

APPLICATION DU BIOMIMÉTISME DANS L'AMÉNAGEMENT ET LE FONCTIONNEMENT D'UN DÉVELOPPEMENT DOMICILIAIRE ÉCOLOGIQUE EN MILIEU RURAL

Par

Rachel Dubé

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de
l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

Réalisé sous la direction de
Pierre Etcheverry. Ph.D.
Directeur scientifique CONTACT Innovation

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Rimouski, Québec, Canada, août 2012

SOMMAIRE

Mots clés : Biomimétisme, Aménagement, Développement domiciliaire, Quartier écologique, Milieu rural, 3RV, 3NJ, Capacité de support, Écosystème mature, Changements de comportement.

Le biomimétisme se définit comme étant l'étude des œuvres de la nature afin de les imiter et de les appliquer pour réduire les désastres écologiques induits par l'être humain. Ce concept permettrait, en quelque sorte, de renouer avec le « bon sens » issu de la « recherche et du développement » que la nature effectue depuis plusieurs milliards d'années et qui lui permet de mettre au point des mécanismes efficaces, garants de pérennité, dont l'homme pourrait grandement s'inspirer pour diminuer son empreinte environnementale. En se servant d'un modèle issu de la nature, cet essai propose l'analyse d'une solution plus durable à l'aménagement et au fonctionnement des développements domiciliaires en milieu rural.

L'écosystème mature serait le modèle théorique qui répond le mieux aux enjeux (énergie, eau, nourriture, déchets, intégrité du milieu, biodiversité) liés au développement, à l'aménagement, au fonctionnement et la qualité de vie dans les milieux ruraux. Ce modèle a donc été appliqué à l'aménagement de sites, composante essentielle au développement d'un quartier écologique en milieu rural. Certains concepts tels que la capacité de support du milieu, l'hétérogénéité et la connectivité retrouvée au sein de l'environnement sont étudiées respectivement en regard à l'emplacement du site, à la densification des habitations, à la mixité des usages du quartier, à la connectivité au cœur du développement, ainsi qu'à la préservation de l'intégrité du milieu.

Cependant, la divergence des besoins des populations, les changements de comportements, la participation et l'engagement, le cadre juridique, normatif et politique, de même que la réalité rurale peuvent limiter l'application de ce concept. Des stratégies sont donc émises pour confronter ces limites potentielles. Puis, des recommandations sont faites en termes de biomimétisme, au niveau des quartiers écologiques et pour l'application du biomimétisme dans l'aménagement et le fonctionnement d'un développement domiciliaire écologique en milieu rural.

REMERCIEMENTS

Soulignons les nombreuses discussions, les divers commentaires et le support moral qu'a apporté mon directeur d'essai, M. Pierre Etcheverry. Sa rigueur, son sens critique hautement professionnel, ses connaissances, sa passion, ses excellentes suggestions et son dévouement ont permis de peaufiner cet essai. La réalisation de cet essai a aussi été possible grâce à l'appui de mon conjoint, Jonathan Côté. Sa motivation et ses conseils ont su me soutenir durant les nombreuses étapes parcourues.

J'aimerais de plus remercier le support de mes ami(e)s et de mes collègues. En particulier, Anne-Sophie Beaudoin, Judith Beaudoin, Dominique Boursier-Lépine, Mylène de Champlain, Maxime Doucet, Catherine Gonthier, Audrey-Anne Guay, Alexandre Guérin, Ariane Hillman Beauchesne, Jean-Simon Lacasse, Caroline Nadeau, Véronique Parent-Lacharité et Mylène Savard qui ont toujours été présents pour moi.

Enfin, merci à Michel Dubé, Jocelyne Martineau, Vincent Dubé et Nathalie Maheux, de même que plusieurs autres membres de ma famille qui m'ont appuyé et encouragé tout au long de mes études.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
 1. LE BIOMIMÉTISME	
1.1. Description du biomimétisme.....	4
1.1.1. Définition.....	4
1.1.2. Historique.....	6
1.1.3. Méthode d'application	7
1.2. Avancées dans le domaine.....	10
1.2.1. Les objets du quotidien et les technologies de la nature	11
1.2.2. La chimie verte et la moule	11
1.2.3. Le train Shinkansen au Japon et le martin-pêcheur.....	11
1.2.4. L'Eastgate et les termitières	12
1.2.5. Le parc industriel de Kalundborg et les échanges écosystémiques.....	13
1.2.6. La gestion de l'eau de la ville de Lavasa et la gestion écosystémique.....	13
 2. L'AMÉNAGEMENT D'UN QUARTIER ÉCOLOGIQUE EN MILIEU RURAL	
2.1. Le milieu.....	15
2.1.1. La délimitation de la ruralité	16
2.1.2. Les enjeux des zones rurales.....	17
2.2. Description d'un quartier écologique.....	19
2.2.1. Typologie des quartiers écologiques	19
2.2.2. Les composantes du quartier écologique reliées à l'aménagement d'un site	20
2.3. Les outils d'aménagement de quartier	24
2.3.1. La gestion de l'espace au Québec	24
2.3.2. Certifications, normes, démarches et guides.....	25
2.4. Quelques projets de quartiers écologiques en milieu rural en lien avec l'aménagement de site	28
2.4.1. Harmony	28
2.4.2. DocksideGreen	29

2.4.3. Westhills Green Community	30
2.4.4. Ecovillage Currumbin	31
2.4.5. Aldinga Arts Eco-Village.....	32
 3. CONCEPTION INTÉGRÉE	
3.1. Détermination des enjeux	34
3.1.1. L'énergie	34
3.1.2. L'eau	35
3.1.3. La nourriture.....	35
3.1.4. Les déchets.....	36
3.1.5. L'intégrité du milieu et la biodiversité.....	36
3.1.6. La qualité de vie	37
3.2. Identification du modèle.....	37
3.2.1. Les flux naturels d'énergie	38
3.2.2. Les flux naturels de l'eau.....	39
3.2.3. L'écosystème de type pionnier comparé au type mature.....	39
3.3. Application du modèle	43
3.3.1. Moyens pour répondre aux enjeux	44
3.3.2. Application aux composantes ciblées : Emplacement du site et densification des habitations	47
3.3.3. Application aux composantes ciblées : Mixité des usages du quartier.....	49
3.3.4. Application aux composantes ciblées : Connectivité au sein du développement	49
3.3.5. Application aux composantes ciblées : Préservation de l'intégrité du milieu	50
3.3.6. Concrétisation de l'application.....	50
 4. LIMITES D'APPLICATION ET STRATÉGIES	
4.1. La divergence des besoins	52
4.2. Les changements de comportement.....	53
4.3. La participation et l'engagement.....	55
4.4. Le cadre juridique, normatif et politique	58

4.5. La réalité rurale	59
5. POURSUIVRE LE DÉVELOPPEMENT DU CONCEPT	
5.1. Recommandations en terme de biomimétisme	61
5.2. Recommandations au niveau des quartiers écologiques	62
5.3. Recommandations pour l'application du biomimétisme dans l'aménagement et le fonctionnement d'un développement domiciliaire écologique en milieu rural.....	63
CONCLUSION.....	65
RÉFÉRENCES	67
BIBLIOGRAPHIE	71

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Plan du quartier écologique <i>Harmony</i>	28
Figure 2.2	Résidences du projet <i>DocksideGreen</i>	29
Figure 2.3	Plan de <i>Westhills Green Community</i>	30
Figure 2.4	Résidences de l' <i>Ecovillage Currumbin</i>	31
Figure 2.5	L'éco-village <i>Aldinga Arts</i>	32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Nombre de municipalités et répartition du pourcentage de la population selon le type de zone d'influence métropolitaine (ZIM) au Québec en 2001.	16
Tableau 3.1	Comparaison des caractéristiques des écosystèmes de stade pionniers (type I) et de stade mature (type III).	41
Tableau 4.1	Actions indispensables, nécessaires et recommandées pour favoriser la participation à un projet.	56

LISTE DES ACRONYMES, SYMBOLES, SIGLES ET UNITÉS

CNU	<i>Congress for the New Urbanism</i>
EPL	Entreprises publiques locales
LBC	<i>Living Building Challenge</i>
LEED	<i>Leadership for Energy and Environmental Design</i>
LEED ND	<i>LEED Neighborhood Development</i>
MAMROT	Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
NRDC	<i>Natural Resources Defense Council</i>
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
USBGC	<i>U.S. Green Building Council</i>
ZIM	Zone d'influence des régions métropolitaines
3RV	Réduction, réemploi, recyclage, valorisation
3NJ	Nu (non emballé), naturel, non loin, juste

INTRODUCTION

L'homme façonne son milieu de vie comme il l'entend. Il construit des maisons, crée des villages et développe des communautés. Mais qu'en est-il de la résultante des transformations, parfois irréversibles, qu'il impose aux milieux naturels et de l'utilisation qu'il fait de son territoire? Actuellement, nombreuses sont les difficultés rencontrées. La surexploitation des ressources, la surconsommation d'énergie et d'eau, la surproduction de déchets, la perte de biodiversité en sont quelques exemples, sans compter les nombreux problèmes socio-économiques qui en découlent. La capacité de support du milieu, concept théorique bien connu en écologie, n'est pas prise en considération et l'empreinte écologique de l'être humain surpasse parfois le pouvoir de résilience de la nature. Alors, pourquoi ne pas recréer l'harmonie entre l'habitat humain et le monde naturel pour retrouver un certain équilibre et gagner en pérennité.

Le parcours évolutif des êtres vivants conduit à élaborer les meilleurs compromis face aux contraintes de l'environnement. L'histoire naturelle démontre que ce sont les êtres les plus adaptables qui survivent et prospèrent de façon durable. Cependant, l'homme qui a l'impression de comprendre certains mécanismes naturels, tente de les contrôler sans compromis et adapte l'environnement à sa suprématie. Ce comportement engendre progressivement son émancipation vis-à-vis des processus naturels et l'éloigne de la sagesse de vouloir s'inspirer de la « recherche et du développement » que la nature effectue depuis plusieurs milliards d'années et qui lui permet de mettre au point des mécanismes efficaces, garants de pérennité, dont l'homme pourrait grandement s'inspirer pour diminuer son empreinte environnementale.

Cette idée d'imiter la nature, appelée biomimétisme, n'est pas née d'hier. L'homme s'est longtemps inspiré de son environnement pour créer. De nos jours, la réappropriation de ce concept permettrait, en quelque sorte, de renouer avec une certaine forme de « bon sens » issu de la nature, notamment pour l'aménagement de notre environnement. De fait, les sociétés humaines développées tendent de plus en plus à valoriser l'efficacité et l'organisation de nos espaces, pour favoriser un milieu de vie durable pour les générations futures. L'idée des développements domiciliaires écologiques à instaurer en milieu rural permettrait de mieux répondre à cette réalité. Ultiment, le biomimétisme couplé aux aptitudes scientifiques et technologiques de l'être humain devrait aider l'espèce humaine à

se réintégrer plus harmonieusement à son environnement, en observant autour de lui ce qui fonctionne bien sans altérer les mécanismes naturels, et en cherchant à adapter ces observations à son propre mode de vie. Ainsi, dans une perspective de développement durable, l'objectif général de cet essai est d'analyser la possibilité d'appliquer un modèle issu de la nature dans l'aménagement et le fonctionnement des développements domiciliaires, plus particulièrement en milieu rural, de manière à résoudre la problématique précédemment soulevée.

Afin de réaliser cet essai, une méthodologie rigoureuse a été établie dès le début des recherches dans le but de produire un travail de grande qualité. Pour ce faire, des informations crédibles, récentes, pertinentes, de qualité et provenant de sources reconnues ont été utilisées. Des sites gouvernementaux, articles de périodiques, presses universitaires, sites d'organisations ou d'associations reconnues et monographies ont été consultés. Le contenu des références a été jugé fiable et de qualité selon différents critères : information exposée objectivement, l'exactitude des propos tenus, les références, les citations et la réputation des auteurs, ainsi que les compétences reconnues relevant de l'organisme ou des auteurs considérés.

Le présent essai se divise en cinq chapitres. Un survol du biomimétisme est effectué dans un premier temps. Ce chapitre permet de définir cette science, d'en faire sommairement l'historique, d'exposer sa méthode et d'en présenter quelques applications qui permettent de percevoir l'ampleur, l'importance et l'utilité du biomimétisme pour l'être humain.

Le deuxième chapitre est dédié à la présentation de l'aménagement des quartiers écologiques en milieu rural. Les milieux ruraux ont été sélectionnés d'une part en raison de leur représentativité sur l'ensemble des territoires colonisés par l'être humain, et d'autre part pour leur utilité et leurs nombreuses fonctions au sein de l'environnement humain. La délimitation du territoire rural a donc été établie, suivies des différents enjeux le concernant. L'identification de ces enjeux permet de comprendre l'urgence et la nécessité d'aménager adéquatement ces milieux. Ces aménagements peuvent être réalisés plus durablement et apporter une meilleure qualité de vie lorsque vus sous l'angle du développement de quartiers écologiques. Ainsi, ce type de quartiers est décrit à travers une typologie possible et les nombreuses composantes de l'aménagement d'un site sont

abordées. De plus, les outils d'aménagement encadrant le développement de ce genre de projets sont exposés et quelques projets de quartiers écologiques sont présentés.

Le troisième chapitre intègre le biomimétisme au développement domiciliaire écologique. La sélection des développements domiciliaires écologiques est principalement basée sur le fait que cette catégorie de quartier écologique, exempte de secteurs exclusifs extrêmement spécialisés (e.g. secteurs commerciaux et industriels), correspond davantage à la réalité des milieux ruraux. Les enjeux de ces milieux touchant entre autres l'énergie, l'eau, l'alimentation, les déchets, l'intégrité du milieu et la qualité de vie, sont déterminés en premier lieu. Puis, un modèle naturel particulièrement approprié pour y répondre adéquatement dans le cadre d'un développement domiciliaire écologique, est identifié. En extrayant des principes logiques et efficaces issus de la nature, cet essai propose donc ultimement une manière de les appliquer et de les adapter humblement à l'aménagement et au fonctionnement des développements domiciliaires en milieu rural.

Certaines embûches peuvent malheureusement limiter l'application de ce concept. La divergence des besoins, les changements de comportements, la participation et l'engagement, le cadre juridique, normatif et politique et la réalité rurale en sont quelques exemples. Des stratégies sont donc émises dans un quatrième chapitre pour contrecarrer ces barrières potentielles. Enfin, des recommandations liées à l'utilisation du biomimétisme, de l'aménagement des quartiers écologiques, ainsi que de l'application du concept d'écosystème mature comme modèle pour les développements domiciliaires écologiques en milieu rural sont proposées.

1. LE BIOMIMÉTISME

Le biomimétisme est un concept de recherche relativement récent et son intérêt comme avenue de développement durable au sein des sociétés développées est grandissant. Une description complète de ce concept sera donc d'abord réalisée incluant sa définition, son historique et sa méthode d'application. Suivront ensuite quelques exemples de projets et d'innovations réalisés un peu partout à travers le monde.

1.1. Description du biomimétisme

Le rapport entre l'homme et la nature a bien changé à travers le temps. Aujourd'hui, l'homme doit faire face à ses erreurs du passé et doit trouver des solutions pour réduire ses impacts s'il désire demeurer à long terme sur Terre. Afin de mieux saisir la place et l'intérêt du biomimétisme de nos jours, l'historique de ce concept sera présenté, suivi des différentes étapes permettant son application et de quelques exemples concrets pour faciliter son intégration. Mais, avant tout, le biomimétisme sera défini et décrit au travers de ses trois grands champs d'application pour en permettre une meilleure compréhension.

1.1.1. Définition

Le biomimétisme se définit comme étant l'étude des œuvres de la nature afin d'en imiter les concepts, les schémas et les procédés, et de les appliquer pour résoudre nos problèmes quotidiens. Dans ce cas-ci, il ne s'agit pas de chercher dans la nature des valeurs sociétales ou morales à véhiculer, mais de pallier aux crises environnementales (Desslborg, 2010). En fait, depuis qu'elle est apparue sur terre, la vie a agi en véritable laboratoire de recherche et de développement. Pour résoudre des problèmes auxquels se confronte l'être humain, elle a « imaginé » des solutions efficaces, saines et adaptables, qui ne compromettent pas la résilience ni la pérennité de la nature. L'efficacité des innovations et le génie de la vie deviennent source d'inspiration lorsqu'il est question de biomimétisme (Benyus, 2011). L'humain a donc tout intérêt à puiser dans cette « sagesse » et de ne plus voir la nature seulement comme un bien, mais plutôt comme un guide (Morinière, 2009).

Lorsque l'être humain tente d'imiter la nature pour construire ou produire quelque chose, son attention est portée sur l'observation de l'objet. La compréhension ou l'application du processus sera faite différemment d'un individu à un autre et selon le but recherché. C'est ce qui distingue les grands champs d'application du biomimétisme, nommés biomimétisme de surface, biomimétisme de fond et biomimétisme écosystémique.

Le biomimétisme de surface consiste à reproduire la forme ou l'esthétique des organismes observés, ou à imiter des comportements et des gestes (Creiser, 2008). Le créateur est alors guidé par le design, le nombre, la structure, le volume (Morinière, 2009). Il reprend un fait naturel, mais de manière isolée (*Ibid.*), comme la reproduction d'alvéoles d'une ruche d'abeilles dans le but d'obtenir la force et la légèreté désirée pour un matériel. D'autres innovations naturelles, telles que le débouche toilette inspiré des ventouses de la pieuvre, les palmes de plongée observées chez la grenouille ou la forme bosselée des nageoires de la baleine à bosses reproduites pour obtenir des pales d'éoliennes plus silencieuses et plus puissantes à bas régime, ont aussi été mises à profit pour les besoins de l'être humain (Schuitem, 2010).

Le biomimétisme de fond est davantage porté sur les processus, les mécanismes et le fonctionnement des organismes. Il ne faut cependant pas séparer automatiquement le biomimétisme de fond du biomimétisme de surface. Effectivement, ces deux types sont souvent interreliés, puisqu'ils sont complémentaires et découlent habituellement de la même démarche de création (Morinière, 2009). Ainsi, comme dans le cas du bec d'un oiseau qui est adapté au type d'aliment qui lui est associé, la forme d'un élément biologique est fréquemment liée à sa fonction. Cependant, imiter les processus et le fonctionnement d'un organisme peut apparaître légèrement plus complexe que de s'en tenir aux formes, mais ce type de biomimétisme a la capacité de diminuer les impacts négatifs des activités humaines et de réformer les mentalités (Morinière, 2009; Réseau solidaire des énergies, 2007). Il s'agit d'une véritable révolution qui remet d'ailleurs en cause certains procédés et systèmes de production industriels, qui sont généralement très coûteux en ressources et en énergie et qui sont donc très éloignés des mécanismes naturels. À titre d'exemple, les procédés tels que ceux associés à l'exploitation et à la transformation des produits pétroliers sont non durables et sont souvent dépourvus de bon sens, malgré le fait que la nature démontre qu'il soit possible d'éviter ces excès (Benyus, 2011).

Le biomimétisme écosystémique permet d'aller encore plus loin que les apparences ou la simple fonction d'un organisme. Dans ce cas, il s'agit de percevoir l'organisme dans l'ensemble plus vaste qu'est son milieu de vie. Les écosystèmes regorgent d'interactions de tout genre, comme la symbiose ou le partage d'un territoire (Creiser, 2008). Ces relations essentiellement basées sur des flux d'énergie, d'informations ou de matière entre les composantes du système, permettent au tout d'être dynamiquement stable et durable (Benyus, 2011). Appliqués au fonctionnement des entreprises et des collectivités, ces modèles d'échanges de flux sont structurants et ont pour effet d'engendrer une durabilité stratégique. D'ailleurs, le grand avantage perçu par Benyus (2011) est que cette vision écosystémique ne demande pratiquement pas de rupture technologique, car il concerne principalement le niveau organisationnel non technique. Or, ce niveau est reconnu comme l'aspect potentiellement le plus important à cibler pour réduire les impacts écologiques actuels selon l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) (*Ibid.*).

1.1.2. Historique

Historiquement, l'homme a longtemps été dominé par la nature. Il était soumis aux contraintes de l'environnement et essayait tant bien que mal de vaincre les tempêtes, les inondations et les autres catastrophes naturelles grâce à sa capacité de raisonnement (Morinière, 2009). Il s'est développé et a longtemps appris en imitant ou en innovant à partir des faits et gestes des êtres vivants présents dans son environnement. Et, bien qu'ayant peu de moyens, il est tout de même parvenu à modifier son habitat, à en exploiter les ressources et à repousser les espèces rivales de son territoire. Il évoluait, certes, mais sans compromettre la pérennité de son milieu de vie.

Très récemment, avec l'avènement de l'ère industrielle au 19^e siècle, l'homme a réussi en très peu de temps à se libérer de nombreuses pressions de sélection naturelle qui dictaient son évolution. Il se dota de moyens considérables, acquit la maîtrise de l'énergie et fabriqua des outils extraordinairement efficaces, avec lesquels il crut pouvoir prendre le contrôle de son environnement. Il « artificialisa » rapidement son milieu, y construisit de grandes villes et mit au point de nombreuses technologies pour répondre à ses besoins grandissants sans se soucier des services que la nature pouvait lui rendre. Il adopta même une attitude dominatrice à l'égard de la nature, en percevant la nature tantôt comme un instrument à son service, tantôt comme un outil complémentaire, ou encore

comme une rivale dite inférieure (Creiser, 2008). Certains misent même systématiquement sur des technologies miraculeuses pour espérer répondre aux problèmes environnementaux actuels et futurs.

À l'opposé, d'autres perçoivent que les crises environnementales et socio-économiques actuelles sont des contrecoups à la domination que l'homme impose à la nature et aux changements brutaux qui en découlent (Creiser, 2008; Tremblay, 1999). Pour eux, cela tient en grande partie au fait que l'homme s'est éloigné du bon sens naturel, par la production de masse des industries, la surconsommation et le désir de croissance infinie alors qu'il vit dans un monde limité. En conséquence, les ressources se sont raréfiées sans apporter de réels gains durables pour les générations de demain (Aydalot, 1985). Il apparaît de plus en plus évident que l'homme n'a pas le contrôle absolu, ni l'autonomie qu'il croit posséder. Conséquemment, l'être humain se trouve en ce moment dans une impasse, à se questionner sur le meilleur moyen de poursuivre son chemin sur Terre. Il ne peut alors pas simplement continuer à jouer à l'apprenti sorcier lorsqu'il est question de sa survie. Il doit, tout en continuant de créer et d'innover, pouvoir se baser sur des mécanismes fiables et durables.

Les réflexions et les changements de comportements qu'induit le biomimétisme devraient aider à retrouver le chemin du bon sens. L'analyse et la compréhension des mécanismes biologiques démontre que la nature détient des solutions éprouvées et durables. L'homme a donc tout intérêt à reprendre modèle sur la nature, à revivre en symbiose avec elle pour tendre vers un avenir plus prospère (Benyus, 2011). Le biomimétisme n'est pas une nouveauté, car l'apprentissage humain se base sur l'imitation, depuis la nuit des temps. Cependant, les moyens que l'homme détient aujourd'hui n'ont rien à voir avec ceux de la période non industrialisée. Il est maintenant capable d'aller beaucoup plus loin, de continuer à se développer, mais de façon plus responsable, tout en aidant la nature à retrouver sa résilience.

1.1.3. Méthode d'application

Selon Janine Benyus, auteure du livre *Biomimicry : Innovation inspired by nature* et personnalité emblématique du biomimétisme, le concept n'est pas basé sur ce qu'il est possible de prendre de la nature, mais bien sur ce qu'il est possible d'apprendre d'elle (Benyus, 2011). Il s'agit donc d'une démarche en trois temps, effectuée de manière innée,

qui consiste à observer, comprendre et appliquer. Suite à l'observation d'un aspect de la nature, il suffit de découvrir un comportement, un geste, une forme, un fonctionnement, ou autres faits intéressants, de rechercher l'explication de cette intrigue, puis d'essayer de le reproduire en utilisant les technologies que l'être humain maîtrise (Morinière, 2009).

En se servant de certaines lois de la nature bien connues, Benyus (2011) réussit à expliquer davantage ce concept. Voici donc quelques-unes de ces lois pour faciliter la compréhension du biomimétisme (Creiser, 2008).

La nature fonctionne à l'énergie solaire.

L'énergie solaire est utilisée par les végétaux pour la photosynthèse. Ces plantes sont ensuite consommées par les animaux brouteurs, qui à leur tour sont mangés par des carnivores. Ces animaux retourneront à la terre lors de leur mort et les plantes utiliseront les éléments qui s'y trouvent pour croître. La nature se sert d'ailleurs seulement de l'énergie dont elle a besoin (Benyus, 2011). Il est donc possible de dire que cette chaîne trophique promeut une certaine viabilité à long terme et utilise une ressource primaire durable au tout début de son cycle (*Ibid.*). La consommation énergétique et les sources d'énergie de l'être humain devraient s'inspirer de cette première loi basée sur le principe d'utiliser moins tout en misant sur l'efficacité plutôt que sur la quantité.

La nature adapte la forme à la fonction.

Les caractéristiques physiques des êtres vivants se modifient au contact du «filtre» que leur impose la nature. Les caractéristiques qui, lors de leur expression, offrent un avantage certain ou n'offrent aucun désavantage aux individus qui les portent sont généralement conservées (*Ibid.*). La vision adaptée au type de proie, la nage d'un poisson, la forme du système respiratoire adaptée selon la quantité d'oxygène présent dans un milieu ou même le bec d'un oiseau adapté à son alimentation, sont quelques exemples qui le démontrent. Ces modifications ont pour effet de permettre à un mécanisme naturel de se réaliser à moindre coût énergétique. Partant de ce principe, les automobiles actuellement présentes sur le marché pourraient être modifiées selon quelques exemples tirés de la nature, dans le but d'obtenir un meilleur rendement. Le consommateur et l'environnement en sortiraient gagnants.

La nature recycle tout et récompense la coopération.

Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. Voilà une maxime fréquemment entendue depuis l'époque de Lavoisier lorsqu'il est question de matière sur Terre. Au sein de la biosphère, cet état de fait se traduit essentiellement par des circuits courts et rapides de transformation de la matière. L'homme aurait grandement intérêt à appliquer ce principe à la gestion des biens présentement produits dans le monde et qui génèrent d'énormes quantités de déchets souvent non dégradables ou seulement à très long terme. Les produits devraient être pensés de manière à ce que les déchets qu'ils génèrent servent de ressources utiles à d'autres fins, pour d'autres entreprises, avant d'être éliminés (Olivier, 2010). Cela valoriserait une économie circulaire plutôt que linéaire et également une coopération entre les différentes composantes de la société (Morinière, 2009). Cette stratégie de coopération, que ce soit par l'intermédiaire de partenariat de recyclage ou même par un échange de services, permet à deux espèces (ou à deux entreprises) d'unir leurs forces pour en récolter un bénéfice mutuel (ou un avantage concurrentiel).

La nature mise sur la diversité.

La diversité est essentielle au sein d'un écosystème. En effet, en nature, plus le nombre d'espèces est élevé, plus la coopération et les systèmes deviendront efficaces (Benyus, 2011). Cela se concrétise au travers d'une production de biens et de services écologiques de qualité, indispensables au bon fonctionnement du système. Un concept bien défini en écologie qui n'est malheureusement pas suffisamment reconnu ni utilisé à son plein potentiel dans les sociétés humaines d'aujourd'hui.

La nature valorise l'approvisionnement local.

La nature utilise les ressources locales contrairement aux nombreux déplacements que l'être humain fait subir aux ressources qu'il exploite. L'approvisionnement local offre plusieurs avantages environnementaux, économiques et sociaux, en plus de rendre le système plus stable et plus autonome. Il permet de diminuer les impacts des transports, de gagner en efficacité et de mieux connaître les ressources disponibles ainsi que le potentiel de production qui y est associé (Benyus, 2011; Creiser, 2008). Il est alors possible de percevoir le niveau d'équilibre à atteindre pour permettre une harmonie avec le milieu. Les villes et villages se devraient de

fonctionner de la même manière, en encourageant l'utilisation d'une diversité de ressources à l'échelle régionale ou provinciale.

La nature limite les excès.

Les matières s'organisent naturellement à pression et à température ambiante, dans des solvants biodégradables (Benyus, 2011). Pourtant, la plus part des biens fabriqués par l'homme demandent une quantité excessive d'énergie et produisent en fin de vie utile beaucoup de déchets non réutilisés. Heureusement, un engouement progressif se fait sentir pour les chimies vertes et les énergies renouvelables. Il reste à optimiser le tout au sein de la population, et à faire mieux avec moins, comme dans la nature.

La nature puise sa créativité dans les limites qui lui sont imposées.

Les troncs d'arbres croissent vers la source de lumière la plus proche et se modèlent selon la pente ou les contraintes physiques, géographiques et climatiques multiples qui leur sont imposées. Cela signifie que la nature transforme les contraintes en opportunités (Benyus, 2011; Morinière, 2009; Creiser, 2008). Une vision peu appliquée en ce moment, qu'il serait bon d'étendre au développement des villes et des campagnes. Par exemple, il serait préférable de conserver les caractéristiques et les limites topographiques d'un site à développer et de s'adapter à ces réalités pour créer un quartier, au lieu de les modifier.

Ces lois ne sont, bien entendu, que quelques exemples tirés de la nature, desquels il serait simple de s'inspirer, puisqu'il existe d'innombrables astuces, techniques et organisations dans le monde du vivant (Zari, 2010). Différentes sources d'inspiration peuvent aussi être soutirées des différents types de biomimétisme.

1.2. Avancées dans le domaine

Grace aux nombreux exemples cités précédemment, le concept du biomimétisme reste relativement facile à comprendre. Cependant, puisque le véritable défi réside dans la compréhension de la nature elle-même, son application demeure plus difficile à concrétiser (Morinière, 2009). Par contre, cette difficulté n'est pas insurmontable car il existe de nombreux projets qui ont été réalisés ou qui sont en cours de réalisation à

l'heure actuelle. Vu la multitude d'avancées dans le domaine à travers le monde, il n'est pas possible de les présenter entièrement dans cette section. En conséquence, une sélection de projets a été effectuée en fonction de la représentativité des trois grands champs d'application du biomimétisme et à partir de la thématique de la durabilité.

1.2.1. Les objets du quotidien et les technologies de la nature

Champ 1 - De nombreux objets du quotidien sont créés à partir des formes retrouvées en nature. Par exemple, les minuscules crochets présents sur le fruit de bardane qui permettent leurs dispersions en s'accrochant aux poils des animaux, ont engendré l'invention du velcro (Schuiten, 2010). De même, les enduits sur les vitres des édifices ou les peintures pour les voitures qui permettent à la pluie d'emporter aisément la poussière, ont été créés à partir des feuilles de lotus qui possèdent une structure microscopique particulièrement autonettoyante (*Ibid.*). Quant aux gestes et aux mouvements provenant de la nature, ils sont nombreux à inspirer l'ingénierie et les technologies avancées (Morinière, 2009). Cette branche appelée bionique, tirée de la contraction de biologie et d'électronique, offre la possibilité d'explorer plusieurs domaines dont l'intelligence artificielle, la robotique et l'aéronautique (*Ibid.*).

1.2.2. La chimie verte et la moule

Champs 1 et 2 - La chimie verte n'est pas seulement associée aux produits d'entretien ménagers écologiques, elle l'est aussi à d'autres matériaux et composés comme la colle. Effectivement, la capacité d'adhésion extrême de la moule à la surface des rochers est un exemple bien étudié en ce moment. Cet animal a la possibilité de modifier la résistance de son attache en quelques secondes et ne présente aucun composé toxique (Benyus, 2011). En plus de ces qualités, son pouvoir d'adhésion, autant présent sous l'eau qu'à l'extérieur de l'eau, permet diverses applications allant de la médecine au contreplaqué par exemple (Biomimicry Institute, 2010).

1.2.3. Le train Shinkansen au Japon et le martin-pêcheur

Champs 1 et 2 - Favorisant une consommation moins énergivore, les concepteurs de ce projet se sont inspirés de la nature pour l'efficacité de ses formes et de ses fonctions. Cet exemple est d'ailleurs maintes fois cité pour son ingéniosité. Il s'agit du train à grande vitesse Shinkansen au Japon. Ce train a la particularité de passer fréquemment dans de

nombreux tunnels souterrains et d'en ressortir aussitôt. Le défi consistait donc à trouver un modèle animal capable de passer d'un milieu à un autre milieu de densité différente sans difficulté, pour principalement atténuer le bruit provoqué par le train lors de son impact avec une nouvelle densité d'air. C'est en observant le martin-pêcheur que les ingénieurs trouvèrent des solutions. En effet, cet oiseau peut passer de l'air à l'eau en une fraction de seconde et avec un bon coefficient de pénétration grâce à la configuration de sa tête. En appliquant cette même forme au train, les concepteurs ont réussi à diminuer son impact sonore tout en réduisant sa consommation électrique de 15 % et à augmenter sa vitesse de 10 %. (Benyus, 2011; Creiser, 2008)

1.2.4. L'Eastgate et les termitières

Champ 2 - Les termitières sont construites à température ambiante et elles ont la particularité d'être aussi solides que le béton grâce à leur assemblage de terre, de poussière de bois et de salive de termites. Elles peuvent d'ailleurs atteindre jusqu'à 3 m de haut, ce qui constitue un exploit en soi, vu la petite taille de ces insectes (termites *Macrotermes michaelseni*) (Réseau solidaire des énergies, 2007). De plus, l'intérieur de ces monuments est maintenu à une température constante de 27 °C, de jour (température extérieure : 40 °C) comme de nuit (température extérieure : 3 °C) (Biomimicry Institute, 2010). Les termites ouvrent et ferment à des moments stratégiques les petits trous à la base de la termitière pour y faire entrer de l'air frais et expulser l'air chaud vers le haut (Creiser, 2008). Elles régulent ainsi les flux d'air pour se climatiser ou se réchauffer. C'est ce système de ventilation passif que l'architecte Mike Pearce a voulu exploiter lors de la réalisation en 1996 des immeubles à bureaux de l'Eastgate à Harare au Zimbabwe (Réseau solidaire des énergies, 2007). De la même façon, une conduite en béton amène de l'air frais à chaque étage et l'air chaud monte au plafond où il est rejeté par les cheminées du toit (Creiser, 2008). Ce système passif de régulation thermique inspiré des termitières a permis de faire 35 % d'économies d'énergie par rapport à un bâtiment similaire et de réduire les coûts d'exploitation, engendrant une réduction des loyers de près de 20 % (Réseau solidaire des énergies, 2007).

1.2.5. Le parc industriel de Kalundborg et les échanges écosystémiques

Champ 3 - Dans un principe de coopération, la ville de Kalundborg au Danemark a créé une symbiose industrielle dès le début des années 90. Le parc industriel rassemble différentes compagnies, ce qui leur permet de distribuer et de réutiliser de façon circulaire l'énergie dont elles ont besoins sur le site. D'une part, elles s'assurent d'un échange d'eau et de vapeur entre elles. L'eau usée de la raffinerie sert à refroidir la centrale électrique, qui à son tour vend sa vapeur à une autre produisant des panneaux de construction, tandis que son eau chaude est revendue à une ferme d'aquaculture. D'autre part, en désulfurant les vapeurs d'eau, la centrale électrique diminue les émissions atmosphériques polluantes et produit du gypse constituant la matière première du fabricant de panneaux de construction. La dimension locale et la coopération sont donc mises de l'avant et ce cycle basé sur le recyclage dans les écosystèmes naturels leur a permis de réaliser des gains de productivité et des gains financiers, énergétiques et environnementaux non négligeables. (Creiser, 2008, Benyus, 2011)

1.2.6. La gestion de l'eau de la ville de Lavasa et la gestion écosystémique

Champ 3 - Actuellement construite sur des dunes de sable, la ville de Lavasa en Inde éprouve de sérieuses difficultés concernant son approvisionnement en eau (Green World Investor, 2011). Le régime des pluies est très variable dans cette région, passant des moussons qui provoquent 3 mois par année d'importantes inondations, à un climat aride pour le reste des saisons (*Ibid.*). Pour contrer ce phénomène, la Ville demanda conseil au grand cabinet d'architecte HOK de New York et leur partenaire Biomimicry Guild, qui se penchèrent plus profondément sur le problème. Ils proposèrent de concevoir un système basé sur le principe des arbres d'autrefois, permettant la conservation de l'eau au niveau des fondations des bâtiments (Leroy, 2009). Effectivement, les arbres présents auparavant maintenaient l'eau comme une éponge lors de la saison sèche et canalisait aussi l'évaporation de cette eau en période plus humide (*Ibid.*). Puis, les toits des bâtiments ont été configurés selon la morphologie des feuilles du figuier des banians, une plante très rependue en Inde. Ces feuilles sont structurées en forme de lance, ce qui leur permet de faire ruisseler aisément l'eau. C'est donc par un système de tuiles semblable qu'ils arrivèrent à faire ruisseler et à récupérer l'eau de pluie au niveau des canalisations. Quant à l'évaporation du surplus d'eau pendant les inondations, ils s'inspirèrent du système mis en place par les fourmis locales, qui consiste à établir un réseau de petits canaux dans le but d'augmenter la surface d'absorption (*Ibid.*).

Ces quartiers plus écologiques inspirés des écosystèmes naturels, tels que les deux précédents projets, prouvent qu'il est possible de modifier les façons actuelles de construire et d'aménager les sites destinés au développement domiciliaire, commercial ou industriel. Le chapitre 2 offre donc une entrée en la matière, en définissant l'aménagement des quartiers écologiques. Vu la faible représentativité de ce genre d'expérience au Québec, il fut intéressant de projeter cette vision au développement de la province et de ses régions. Ainsi, cette vision a été appliquée et circonscrite au milieu rural.

2. L'AMÉNAGEMENT D'UN QUARTIER ÉCOLOGIQUE EN MILIEU RURAL

L'aménagement adéquat des milieux ruraux est important, d'autant plus que ces espaces représentent généralement la majorité de la superficie d'une région. En plus de symboliser le garde-manger de la population, ces milieux accueillent également des parcelles de territoires « vierges » abritant une certaine diversité animale et végétale. Les biens et services rendus par ces espaces ruraux sont variés et font de ces milieux des zones vitales à conserver en priorité. Ainsi, les délimitations de l'espace rural sont abordées, suivies des principaux enjeux définissant l'urgence d'aménager adéquatement ces zones. Puis, une description d'un quartier écologique est effectuée, incluant les typologies de quartiers écologiques et les composantes associées à l'aménagement d'un site. Le développement et l'aménagement d'un quartier écologique demandent à être réalisés selon le schéma d'aménagement et de développement, en plus du plan d'urbanisme du territoire concerné. Ces outils encadrent et assurent une réalisation adéquate aux yeux des paliers de gouvernance qui les gèrent. D'autres outils tels que les certifications, normes, démarches et guides sont aussi disponibles pour faciliter l'aménagement des quartiers écologiques et sont présentés dans ce chapitre. Ils inspirent plusieurs réalisations et permettent de mener à bien le développement du quartier écologique. Enfin, la consultation de divers projets de quartiers écologiques, réalisés à ce jour ou en cours de réalisation, a permis de soulever certaines particularités intéressantes à appliquer dans l'aménagement de site en milieu rural. Il est à noter que le terme quartier écologique est proposé comme synonyme de développement domiciliaire écologique ou d'écoquartier, terme plus fréquemment utilisé mais dont la connotation est généralement plus urbaine et appliquée en milieu plus peuplé.

2.1. Le milieu

Les espaces ruraux occupent une superficie considérable au Québec et leur étude demeure d'une grande importance. Les circonstances actuelles et les grands enjeux qui touchent le territoire rural nécessitent un changement dans la façon d'aménager les territoires et les milieux de vie. Les limites de la ruralité et les grands enjeux affectant ces territoires sont ainsi décrits.

2.1.1. La délimitation de la ruralité

Au Québec, la dynamique et l'utilisation des milieux ont apporté une grande variabilité au niveau de la délimitation du territoire rural. Les caractères urbains et ruraux se sont entremêlés, à forte ou à faible dose, et cette gradation se fait sentir dans les espaces de plus en plus éloignés des grands centres, qui étaient exclusivement ruraux dans le passé (Malenfant *et al.*, 2007). En conséquence, les définitions antérieures des espaces ruraux et les limites basées sur l'importance de la population, la diversité culturelle et la densité de la population ne sont plus d'actualité (*Ibid.*).

L'article de Malenfant *et al.* (2007), a permis d'adopter une typologie géographique qui tient compte de la continuité entre le milieu urbain et le milieu rural. Puisque les espaces périurbains se sont accrus et que la distance parcourue quotidiennement par les résidents des milieux ruraux périurbains vers leur milieu de travail en ville a augmenté, les auteurs classèrent les régions rurales selon l'étendue de l'influence métropolitaine qui s'y exerce (*Ibid.*), les régions métropolitaines (ou urbaines) étant simplement classées selon la taille de leur population. Ainsi, quatre catégories fondées sur le concept de zone d'influence métropolitaine (ZIM) ont été distinguées au sein des milieux ruraux.

Une ZIM forte signifie que plus de 30 % de la population active travaille dans le noyau urbain ou est vouée à s'y déplacer fréquemment, (les gens concernés sont nommés ici les « navetteurs »). De même, les ZIM modérées incluent de 30 % à 5 % de navetteurs et les ZIM faibles renferment moins de 5 % de navetteurs. Les ZIM nulles quant à elles comptent souvent moins de 40 navetteurs (*Ibid.*). Au Québec, en 2001, un plus grand nombre de municipalités se situaient en ZIM modérées (Tableau 2.1) (*Ibid.*). Il est possible de croire que ce pourcentage a pu augmenter à ce jour en raison des différents enjeux que vivent les territoires ruraux et par le fait que la population a augmenté et s'accroît près des grandes villes (ZIM fortes).

Tableau 2.1 Nombre de municipalités et répartition du pourcentage de la population selon le type de zone d'influence métropolitaine (ZIM) au Québec en 2001.

Zone d'influence métropolitaine (ZIM)	Forte plus de 30 %	Modérée [30 % à 5 %[Faible moins de 5 %	Nulle
Nombre de municipalités	256	525	168	215
Pourcentage de la population (%)	6,1	10,9	3,8	0,7

2.1.2. Les enjeux des zones rurales

Généralement, plus l'influence métropolitaine sera forte, plus le milieu rural sera aux prises avec une déstructuration de son territoire, une migration de sa population (exode et périurbanisation) et une dégradation progressive de son milieu physique. Dans de telles circonstances, des mesures au niveau de l'aménagement du territoire s'imposent pour atténuer ces trois grands enjeux.

La déstructuration consiste en l'insertion désordonnée d'usages urbains dans les milieux agricoles, agroforestiers ou de villégiature (Vézina *et al.*, 2003). Cette insertion très graduelle et non planifiée peut prendre plusieurs formes et modifie l'utilisation d'origine de ce territoire. Par exemple, il s'agit d'une zone agricole parsemée d'usages non agricoles, de la dégradation graduelle d'une forêt par un achalandage excessif ou du surdimensionnement non prévu du périmètre urbain du village. De même, l'utilisation de plus en plus fréquente de petites routes rurales par les camions de marchandise, la transformation de routes tertiaires en rues résidentielles ou le développement anarchique de la villégiature contribuent à la déstructuration du milieu rural (*Ibid.*). Les conséquences liées à ce phénomène discret, sournois et difficile à cerner, sont malheureusement nombreuses. La déstructuration peut engendrer une difficulté à cohabiter entre les divers utilisateurs. Dans certains cas, les ressources sur le territoire peuvent être gaspillées, tout comme l'environnement peut être dégradé. Les équipements et les infrastructures peuvent aussi vieillir prématurément, engendrant des coûts et des implications sociales négatives. Cet enjeu compromet alors la bonne gestion du territoire en la rendant plus ardue. Il compromet aussi l'économie de la région par l'augmentation des coûts d'entretien et des coûts environnementaux, ainsi que l'équilibre social (*Ibid.*).

Le second enjeu observé sur le territoire est associé aux mouvements migratoires induits par l'exode et la périurbanisation. En effet, le Québec comme plusieurs autres provinces au Canada est aux prises avec le phénomène d'exode, amenant de plus en plus d'individus, et particulièrement les jeunes de 15 à 29 ans, à migrer des milieux ruraux vers les grandes villes métropolitaines (Malenfant *et al.*, 2007). Le faible niveau de scolarité et les fermetures des institutions d'enseignement, les revenus instables liés à la fragilité du marché du travail et de l'économie globale de la région, l'abandon progressif de l'agriculture, en plus du vieillissement de la population et de la diminution des services essentiels au sein de certaines municipalités contribuent aux nombreux départs observés.

C'est en l'occurrence une des raisons qui a poussé le gouvernement du Québec à instaurer la *Politique nationale de la ruralité 2007-2014* (Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 2010). Cette mesure a pour but d'assurer le développement des communautés rurales et de garantir une occupation dynamique des territoires québécois par l'intermédiaire de moyens d'intervention souples et adaptés à leur milieu (*Ibid.*). L'apport gouvernemental n'est cependant pas la seule solution au problème d'exode et d'autres démarches devront être entreprises, dont l'engagement citoyen et bien plus.

La périurbanisation ou la contre-urbanisation s'est, quant à elle, intensifiée dans certaines municipalités. En effet, quelques villes-centres et leurs banlieues immédiates perdent aussi leurs habitants au détriment des milieux ruraux (Diry, 2002). Les opérations de rénovation urbaine et l'augmentation du nombre de bureaux par rapport au nombre de logements, les prix excessifs des loyers ou de la construction des habitations, l'image de pollution et d'insécurité que projettent les grandes villes sont quelques exemples causant cette dispersion (*Ibid.*). De même, l'engouement pour les maisons individuelles et leurs espaces gazonnés, la qualité de vie et l'automobile favorisent cette migration, tant chez les retraités que chez les jeunes familles (Malenfant *et al.*, 2007; Diry, 2002). Toutefois, ce phénomène contraire à l'exode n'est pas retrouvé à la même échelle sur tout le territoire québécois et ne peut actuellement pas équilibrer le bilan migratoire négatif engendré par l'exode.

Le troisième enjeu se rapporte à la dégradation progressive du cadre physique due à des facteurs comme le déboisement, la banalisation des paysages ou diverses formes de pollution. Notamment, les effets nocifs de l'agriculture intensive sur la qualité de l'eau et les autres composantes des écosystèmes liés à l'utilisation accrue de produits chimiques et d'agents fertilisants, la mauvaise gestion des déjections animales et la détérioration des bandes riveraines, portent atteinte à l'environnement, mais aussi au milieu social (conflits d'usage). En plus, le déboisement excessif et la mauvaise gestion de cette ressource donnent lieu à la fragmentation du territoire, à une perte de biodiversité, à une perte de patrimoine naturel, à une diminution de sa force agronomique ainsi qu'à une baisse de son potentiel récréotouristique. (Vézina *et al.*, 2003)

2.2. Description d'un quartier écologique

L'idée du quartier écologique est de repenser les façons de créer, de développer et de bâtir un espace de vie de manière à en réduire les impacts environnementaux et à en optimiser les retombées socio-économiques. En milieu rural, il s'agit de donner une alternative aux développements communément construits en ce moment pour améliorer la qualité de vie des habitants, en plus d'atténuer les grands enjeux retrouvés dans les zones rurales plus urbanisées. Ces quartiers écologiques permettent également d'induire de manière durable une vision commune et ainsi de palier à la dégradation de la nature, à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, à la surconsommation d'énergie et de ressources naturelles (dont l'eau), à la perte de biodiversité, de terres cultivables, et plus encore (Beatley, 2000). Afin de bien situer l'influence du quartier écologique selon son milieu, deux types de quartiers écologiques seront d'abord distingués. Puis, les composantes reliées à l'aménagement d'un site seront déterminées.

2.2.1. Typologie des quartiers écologiques

La typologie des quartiers écologiques se divise essentiellement en deux grands ensembles, les quartiers restaurés et les quartiers construits de toutes pièces. La restauration d'un quartier existant n'implique pas les mêmes impacts que la construction d'un tout nouveau quartier. Effectivement, la rénovation des bâtiments permet un véritable avantage économique par rapport à la construction, grâce à son effet positif sur l'emploi et les ressources (Chouvet, 2007). La rénovation nécessite environ 70% de temps de travail et 30% de matériel acheté, alors que pour le même travail, la répartition pour une construction classique est respectivement de 50/50 (*Ibid.*). L'environnement peut aussi y gagner, puisque l'intégrité des milieux vierges peut être moins perturbée dans la restauration d'un quartier. Cependant, cette typologie permet l'émergence de nouvelles filières locales et la construction neuve doit également être réalisée vu la croissance de la population mondiale.

Puisque les quartiers écologiques sont aujourd'hui techniquement et financièrement accessibles (Chouvet, 2007), il s'agit simplement de respecter certains objectifs lors de l'aménagement d'un site, tant pour les nouvelles constructions que pour les restaurations. Les quartiers écologiques doivent encourager l'optimisation de la gestion des déchets, de l'eau, des ressources et de l'énergie, l'amélioration des systèmes de transport,

l'acquisition de services de proximité variés et de qualité (commerces, santé, école, etc.), ainsi que l'obtention de logements, d'espaces et de lieux de travail sains et confortables, et l'intégration d'espaces verts. Plus précisément, il est possible de déterminer plusieurs composantes associées à l'aménagement d'un site.

2.2.2. Les composantes du quartier écologique reliées à l'aménagement d'un site

Pour parvenir à créer un quartier basé sur le principe de développement durable, l'aménagement du milieu doit comprendre certains aspects. La configuration du site une fois bâti ne doit pas favoriser l'étalement urbain. Également, ce choix doit permettre autant que faire ce peut la conservation de l'intégrité du milieu (physique et biologique), une mixité d'usages, une proximité, ainsi qu'une connectivité avec d'autres milieux. De ces prémisses découlent ensuite divers aspects essentiels à encourager et à appliquer dans le quartier écologique, puisqu'une forte relation de dépendance subsiste entre eux et l'aménagement du site. C'est le cas des modes de transport, de la gestion de l'eau, de l'énergie et des déchets, ainsi que de l'équité sociale, de la santé, de la créativité, de l'innovation et de la culture de la communauté.

Le quartier doit être positionné préférentiellement près d'un centre-ville ou près du cœur du village, aux abords d'un site prédéveloppé ou adjacent à un quartier déjà existant, afin de pouvoir bénéficier des installations déjà en place. Cela évitera la construction de nouvelles infrastructures et assurera la conservation des ressources naturelles et financières utilisées pour la construction et la maintenance de celles-ci (Commissariat général au développement durable, 2010; International Living Future Institute, 2010). La densification des habitations sur le territoire est aussi possible pour éviter l'étalement de la zone habitable. Les impacts environnementaux, liés à leurs développements plus compact, seront réduits puisque l'empiétement sur les terres agricoles, les zones humides ou les forêts, la destruction ou la fragmentation des habitats, la perte de biodiversité ainsi que la modification du régime hydrique seront atténuées (*Ibid.*). Cependant la densification ne devrait pas se faire au détriment de la capacité de support du milieu, sans quoi ses effets pervers se feront ressentir sur une plus grande échelle spatiale.

L'aménagement d'un quartier écologique doit regrouper une diversité d'usage, et ce, près des unités d'habitation pour encourager l'équilibre de la communauté (CONTACT, 2010; U.S. Green Building Council (USGBC), 2009). Les catégories d'usages tels que les

détaillants alimentaires, les services communautaires et les commerçants privés peuvent varier, mais la proximité des emplois avec les logements doit être présente. En plus, les emplois reliés à ses usages, tout comme les habitations, doivent être accessibles à l'ensemble des classes économiques, des classes d'âge et des situations familiales et culturelles dans le but de promouvoir l'équité sociale (International Living Future Institute, 2010; USGBC, 2009). De la même façon, il sera plus facile pour la communauté d'accéder à des produits de leur région. La disponibilité de produits frais provenant des petits producteurs et l'instauration de jardins communautaires réduiront les effets environnementaux négatifs de l'agriculture industrielle, en plus de supporter le développement économique local (International Living Future Institute, 2010; USGBC, 2009; Kenworthy, 2006).

La connectivité au sein du milieu va aussi de pair avec la proximité des usages et la densité d'unités d'habitation par hectare. La configuration du quartier doit tendre vers une densité d'habitation favorisant l'utilisation du transport en commun et, à défaut, des autres modes de transport (actifs, alternatifs et communautaires) (*Ibid.*). Il est possible de penser l'emplacement des rues piétonnes et la connexion du réseau routier de manière à fournir des rues sécuritaires, attrayantes et propices à la marche, à l'utilisation de la bicyclette ou à d'autres modes de transport qui diminueront le trafic et la pollution automobile. Par exemple, il s'agirait de créer des routes plus étroites et sinusoïdales, avec une ou plusieurs voies réservées au transport en commun (auto-partage, covoiturage, etc.) en plus de circuits pédestres (USGBC, 2009; Girling et Kellett, 2005). Les rues pourraient également être embellies et végétalisées pour améliorer la qualité de l'air, augmenter l'évapotranspiration et réduire le besoin de climatisation dans les édifices et les maisons. Les bénéfices seraient ressentis tant au niveau environnemental que socio-économique.

La préservation de l'intégrité du milieu doit être intégrée au plan d'aménagement d'un quartier écologique, mais les pertes d'habitat occasionnées doivent aussi être compensées s'il y a lieu. Des plans de conservation ou de restauration peuvent alors être mis en place, notamment en ce qui a trait aux habitats fauniques et floristiques, aux espèces à statut particulier, aux milieux humides et aux plans d'eau (USGBC, 2009). Ainsi, l'abandon du territoire par certaines espèces colonisatrices, la destruction des paysages et la perte du patrimoine sur ces milieux récepteurs pourront être évités (USGBC, 2009; Diry, 2002). Par ailleurs, le concept d'intégrité du milieu doit comprendre la conservation de la

topographie en place et l'évitement de perturbations anthropiques quelconques. La protection des pentes aura diverses répercussions environnementales positives, dont la minimisation de l'érosion des sols, la protection des habitats et de l'état de la végétation, ainsi que la réduction du stress sur les systèmes hydriques (International Living Future Institute, 2010; USGBC, 2009).

Par la même occasion, l'utilisation du transport actif, de la marche ou autres moyens permettant d'atteindre une réduction des gaz à effet de serre, pourront engendrer des répercussions positives sur la santé, dont l'abaissement des maladies du cœur, de l'hypertension, de l'obésité, des troubles de santé mentale, etc. (USGBC, 2009). La proximité, la mixité d'usage et la réduction de la pression de développement au-delà des limites des développements existants encourageront par ailleurs la préservation d'aires récréatives, d'espaces et d'infrastructures publics permettant les activités récréatives et les interactions sociales, pour l'ensemble des générations, peu importe l'âge, la culture ou la condition physique (International Living Future Institute, 2010; USGBC, 2009; Kenworthy, 2006). L'objectif du quartier écologique est aussi de sensibiliser et de favoriser l'essor des communautés existantes en responsabilisant la population qui vit ou travaille au sein de celle-ci. Un moyen permettant d'obtenir cette implication est d'inciter la population à prendre position et à participer aux décisions reliées à sa gestion. Les résidents augmentent ainsi leur sentiment d'appartenance, leur implication et leur engagement communautaire, engendrant une meilleure viabilité économique et un renouveau social (*Ibid.*).

Plusieurs méthodes peuvent être prévues pour optimiser le chauffage passif en hiver et la réduction de la climatisation en été, comme l'orientation des bâtiments. Cet aménagement aidera à réduire la consommation d'énergie, à ventiler et à empêcher la formation de microclimats ou autres impacts environnementaux négatifs sur l'air, l'eau et le sol. Également, la configuration du quartier et l'installation d'infrastructures liées à la production d'énergie renouvelable sur le site et/ou l'autonomie énergétique pourront réduire les impacts environnementaux négatifs et les impacts économiques associés à la production d'énergie fossile (Barutel, 2011; USGBC, 2009). De plus, les bâtiments, tant au niveau de leur conception, de leur construction, de leur modernisation que de leur utilisation, doivent être énergétiquement efficaces, et ce, en possédant une isolation optimale, de l'équipement et un éclairage écoénergétiques, etc. (CONTACT, 2010;

USGBC, 2009). Puis, l'éclairage du quartier doit être pensé de sorte à réduire la consommation énergétique et, par le fait même, minimiser la pollution lumineuse du site.

L'aménagement du site qui recevra le quartier écologique doit être réfléchi de manière à faire une gestion adéquate de ses eaux de pluie et de ses eaux grises, afin de préserver la qualité de l'eau, l'hydrologie et les processus naturels, ainsi que l'intégrité des habitats et de la biodiversité (International Living Future Institute, 2010; USGBC, 2009). Une gestion adéquate de l'eau de pluie réduira les instabilités hydrologiques, les inondations et favorisera le remplissage des aquifères. En imitant les conditions hydrologiques naturelles dans le quartier écologique, la qualité de l'eau sera améliorée et la pollution sera réduite, en naturalisant les zones de stationnement pour favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol par exemple (Chouvet, 2007). Dans le même ordre d'idée, une bonne gestion de l'approvisionnement évitera l'épuisement progressif des nappes phréatiques causé par le prélèvement excessif et le gaspillage (International Living Future Institute, 2010). Cette gestion peut être réalisée par la municipalité et par les habitants en adaptant les bâtiments pour obtenir une consommation minimale d'eau (*Ibid.*). Également, la population doit être sensibilisée à la réutilisation de l'eau et à la réduction des eaux usées pour soustraire la pression sur les réserves d'eau et sur les systèmes de traitement des eaux usées de la communauté. Des systèmes d'autosuffisance peuvent par ailleurs être ajoutés à ces mesures pour capter les précipitations et réutiliser les eaux grises (The Ecovillage, 2012). Enfin, une prévention de la pollution lors des activités de construction doit être effectuée près des milieux humides, des plans d'eau ou des nappes souterraines. Ce contrôle doit être réalisé prioritairement lors d'activités engendrant une érosion des sols, une sédimentation dans les cours d'eau ou la création de poussières dans l'air (USGBC, 2009). Le type d'aménagement paysager peut être prévu pour nécessiter la plus faible utilisation d'eau, tel qu'un aménagement écosystémique basé sur l'utilisation de plantes endémiques (CONTACT, 2010).

La gestion des déchets et de la pollution est un aspect à inclure dès le commencement de l'aménagement du site. L'approvisionnement et le traitement des déchets doivent être faits de manière responsable et le plus localement possible (USGBC, 2009). Des installations permettant le tri, la réutilisation, le recyclage et le compostage local doivent être présentes et la population doit être éduquée au principe des 3RV (réduire, réutiliser, recycler, valoriser). L'ensemble de la population devrait, dans la mesure du possible, réduire les

impacts environnementaux dus à l'exploitation et à la transformation des matières premières en réduisant sa consommation, en recyclant et en valorisant les matériaux. En ce sens, les activités et les projets présents sur le site devraient prioriser l'éradication de toute source de gaspillage et le traitement responsable des déchets (*Ibid.*). Les produits toxiques doivent aussi être proscrits et les procédés doivent respecter les délais naturels de retour des ressources dans l'environnement pour permettre les autres usages anthropiques ou naturels. Quant à la construction des bâtiments, elle doit minimiser la production de déchets, promouvoir leur élimination adéquate et miser sur l'utilisation de matériaux écologiques (*Ibid.*).

Pour finir, l'emplacement et l'aménagement du site doivent être bien entendu déterminés selon les priorités régionales associées à la population et à sa biorégion. Il s'agit de prioriser les aspects environnementaux, l'équité sociale et la santé publique dans l'emplacement géographique du projet (USGBC, 2009). De plus, la créativité et l'innovation doivent être stimulées politiquement et socialement. La communauté doit alors encourager les performances exemplaires et la gestion intégrée visant la réduction de l'empreinte écologique, la justice sociale et le développement économique.

2.3. Les outils d'aménagement de quartier

La gestion de l'espace s'effectue dans un premier temps en fonction du schéma d'aménagement et de développement et par le plan d'urbanisme applicable au territoire où se situera le quartier. Certains autres outils plus spécifiques à l'aménagement du quartier peuvent ensuite être employés. Ces outils permettent de mieux encadrer le développement des milieux ruraux et des quartiers écologiques à y développer.

2.3.1. La gestion de l'espace au Québec

Au Québec, l'aménagement du territoire est encadré par la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (L.R.Q., c.A-19.1) qui permet une planification concertée d'interventions politiques et techniques pour engendrer un développement ordonné et harmonieux pour la population, tout en protégeant l'environnement (Association des aménagistes régionaux, s.d.). Cette loi détermine également les responsabilités des acteurs politiques sur le territoire visé. Les interventions politiques et techniques sont fréquemment basées sur les facteurs démographiques, économiques et esthétiques (Schuiten, 2010). C'est grâce à

une approche multidisciplinaire alliant la géographie et l'urbanisme, que les aménagistes sont appelés à confectionner des instruments de planification, soit le schéma d'aménagement et de développement, ainsi que le plan d'urbanisme.

Le schéma d'aménagement et de développement est construit selon les orientations des ministères du Gouvernement du Québec en matière d'aménagement du territoire. Les orientations du gouvernement peuvent autant toucher l'environnement et l'agriculture que la gestion de l'urbanisation du Québec. En général, ce document servira à orienter le contenu du plan d'urbanisme de la ville ou du village concerné. Quant au plan d'urbanisme, il permet d'établir les projections de développement et d'aménagement sur un territoire désigné en plus de détailler les diverses activités urbaines et rurales liées aux habitations, à l'agriculture, aux commerces, aux industries, aux services publics et bien d'autres. Cet outil permet alors de fournir une vision commune pour les différentes parties prenantes responsables de ces activités. Selon les besoins de la population et des changements pouvant survenir au sein de celle-ci, des règlements ou autres outils de contrôle peuvent aussi être établis pour assurer le respect des orientations proposées dans le schéma d'aménagement et de développement et dans le plan d'urbanisme (Association des aménagistes régionaux, s.d.).

C'est cependant au niveau de la construction des quartiers résidentiels, commerciaux ou industriels qu'il n'y a généralement pas de vision globale et intégrée. Ces zones sont souvent développées sans être réfléchies, bâtiment par bâtiment, projet par projet, ce qui ne permet pas d'optimiser la gestion des déchets, la gestion de l'eau, les transports et autres sur le territoire concerné. C'est donc dans une optique de développement durable du territoire, que plusieurs certifications, normes, démarches et guides ont vu le jour à travers le monde.

2.3.2. Certifications, normes, démarches et guides

Living Building Challenge (LBC), *LEED Neighborhood Development* (LEED ND), HQE™ Aménagement, Guide des Entreprises publiques locales (EPL) et *Eco-towns* sont quelques exemples parmi ceux associés au développement de quartier. Il faut par contre comprendre que ces initiatives ne sont pas implicites à la démarche de réalisation d'un quartier écologique, elles doivent être plutôt perçues comme des outils d'aménagement visant à optimiser le milieu et à améliorer leur gestion. Les principes les plus fréquemment

retenus sont le choix du site, la proximité et la mixité, la densité et la connectivité, la mobilité, ainsi que l'accessibilité aux services.

Orchestrée par l'*International Living Future Institute* et l'USBGC, la certification LBC doit être perçue comme un outil pour unifier le design intégré (alliant la justice sociale et la richesse culturelle) et le bénéfice écologique des projets. Elle fournit un cadre de référence pour la création, la construction et les relations symbiotiques entre l'individu et l'ensemble des aspects de l'environnement (International Living Future Institute, 2010). Cette certification inclut les projets de conservation d'espaces naturels, de construction d'infrastructure individuelle, de rénovation d'un campus étudiant ou même d'implantation de quartiers écologiques complets. Elle aborde les sujets (et leurs implications) liés au site, à l'eau, à l'énergie, à la santé, au matériel, à l'équité et à la beauté (*Ibid.*). Ces sujets sont par la suite subdivisés en sous catégories dont certaines doivent d'ailleurs être impérativement appliquées pour atteindre l'obtention de la certification.

Le système de classification pour les quartiers écologiques LEED ND, réfléchi par l'USBGC, le *Natural Resources Defense Council* (NRDC) et le *Congress for the New Urbanism* (CNU), consiste à guider et à évaluer l'aménagement des collectivités durables tout en combinant les principes de croissance intelligente à ceux du nouvel urbanisme, des bâtiments et des infrastructures écologiques (USGBC, 2009). Cette certification comporte cinq chapitres, uniques mais interreliés : Emplacement et liaison, Modèle et conception de quartier, Bâtiments et infrastructures écologiques, Processus de conception et d'innovation, et Priorités régionales. Les trois premiers critères ciblent davantage l'aspect environnemental du choix du site, du développement du quartier et de la construction des bâtiments ou des infrastructures, tandis que le quatrième encourage l'originalité des projets. Quant au dernier critère, il permet d'inciter le respect du contexte régional. Une fois la compilation des points (préalables et crédits) effectuée, le projet de rénovation ou de construction est classifié « certifié LEED ND », « LEED argent », « or » ou « platine » (*Ibid.*).

HQE™ Aménagement est un outil développé par l'Association HQE, qui a été rendu public en 2010, et s'appuie sur les normes ISO 14001 et ISO 9001. Cette démarche est destinée aux opérations d'aménagement de toute taille et de toute nature : renouvellement ou nouveau projet, milieu urbain ou rural. Il propose plusieurs thèmes associés aux objectifs

de développement durable des collectivités : Territoire et contexte local, Densité, Mobilités et accessibilité, Patrimoine, paysage et identité, Adaptabilité et évolutivité, Eau, Énergie et climat, Matériaux et équipement, Déchets, Écosystèmes et biodiversité, Risques naturels et technologiques, Santé, Économie du projet, Fonctions et mixités, ambiances et espaces publics, Insertion et formation, Attractivité, dynamiques économiques et filières locales. La démarche d'application oblige les porteurs de projet à se fixer des objectifs ambitieux et de qualité à partir de ces multiples critères, et ce, de manière transparente et participative. HQE™ Aménagement ne définit cependant pas de niveau de performance à atteindre ce qui fait d'elle une démarche volontaire. (Association HQE, s.d.)

La fédération des EPL (Entreprises publiques locales au service des collectivités locales et des territoires, majoritairement contrôlées par le secteur public ou exclusivement par des collectivités locales), a publié un guide pour l'aménagement d'écoquartiers. Ce guide énonce 12 principes dans le but d'assurer un aménagement durable, soit Assurer la cohérence du projet, Penser l'intégration urbaine, Faire vivre la concertation, Veiller à la mixité fonctionnelle, Concrétiser la mixité sociale, Préserver l'eau, Planifier la gestion des déchets, Cultiver la biodiversité, Organiser la mobilité, Garantir la sobriété énergétique, Oser la densité urbaine, et Orchestrer l'écoconstruction. Ces engagements sont accompagnés d'exemples de réalisation et traitent les questions de gouvernance et le rôle des individus dans l'atteinte des objectifs, notamment par des changements de comportement. (Marchand, 2012; Fédération des EPL, s.d.)

Eco-towns a été fondé par BioRegional et la *Commission for architecture and the built environment* en vue de lancer un défi aux promoteurs pour qu'ils fassent preuve d'innovation et d'amélioration pour leurs projets. La planification d'ensemble, l'eau, les quartiers sains, en plus des infrastructures vertes et de la biodiversité sont les axes d'intervention d'où découlent sept cibles prioritaires pour émettre leurs propositions d'actions : La construction et l'entretien des habitations, La consommation énergétique résidentielle, Le transport, L'alimentation, Les biens de consommation, Les administrations publiques, Les déchets. Cependant, cette initiative aborde seulement la dimension environnementale du développement durable, ce qui ne permet pas d'obtenir une vision complète d'un quartier écologique. (Marchand, 2012)

2.4. Quelques projets de quartiers écologiques en milieu rural en lien avec l'aménagement de site

La sélection de cinq projets aux particularités intéressantes et innovatrices a été effectuée: *Harmony*, *DocksideGreen*, *Ecovillage Currumbin*, *Westhills Green Community*, ainsi que *Aldinga Arts Eco-Village*. Les projets ont été choisis pour leur adéquation avec différents aspects représentatifs des milieux ruraux, dont la mixité et la proximité des usages, l'emplacement, la faible densité, la protection de l'intégrité des milieux et de la topographie, la priorité régionale ou la connectivité. Également, puisque depuis des années plusieurs proposent de nouvelles techniques de construction et d'aménagement pour réduire les impacts environnementaux et favoriser le confort social et économique de ces développements, seuls des projets récents ont été considérés.

2.4.1. Harmony

Sélectionné pour sa faible densité et ses caractéristiques représentatives du milieu rural, le quartier *Harmony* est une nouvelle construction basée sur les principes de *SmartGrowth* et de LEED ND. Ce village d'environ 3 500 unités résidentielles, dont 225 à 275 maisons, se situe près de Calgary et est réparti sur environ 7 km² (Figure 2.1). La vue des montagnes Rocheuses et la proximité avec le centre urbain permettent à ce quartier d'obtenir le meilleur compromis de ces deux milieux. Propriété de la famille Copithorne



Figure 2.1 Plan du quartier écologique *Harmony*
(Tiré de Bordeaux developments, 2011)

des siècles auparavant, ce territoire a été légué à la région. Le respect du caractère traditionnel et la durabilité sont donc des valeurs très importantes pour l'histoire de la communauté. C'est ce que le projet *Harmony* permet d'apporter en plus de son aspect moderne et soucieux de l'environnement. D'ailleurs, la philosophie première véhiculée par ce quartier est d'assurer à la communauté, des bases solides et durables pour les générations actuelles et futures. Le tissage des

liens humains au sein du village est très important et vise à intégrer les caractères intergénérationnels et culturels des familles et du voisinage. Pour ce faire, le projet prévoit la création d'un point focal de vie et d'activité au centre du village, en incluant une diversité d'usage, dont divers styles de maison, de commerces, de boutiques, de restaurants, et autres opportunités culturelles et récréatives pour les résidents ou les visiteurs. L'aménagement du site permet aux résidents et aux visiteurs de profiter des bénéfices environnementaux liés à l'efficacité énergétique, la qualité de l'air extérieur et intérieur, la gestion adéquate des déchets et de l'eau. Ils pourront aussi se maintenir en forme et actifs, par la connectivité des rues et s'approvisionner de produits plus écologiques et responsables près de chez eux. Les nombreux services et emplois disponibles favorisent l'accessibilité à tous et les bonnes relations de la communauté permettront un milieu de vie sain. Quant aux initiatives industrielles qui seront présentes sur le territoire, *Harmony* exige, en plus des autres aspects de LEED, de considérer la gestion de l'eau potable, le rétablissement de certaines espèces végétales, la plantation d'arbres, la réduction de la pollution aquatique et de la pollution lumineuse, de manière à effectuer un aménagement durable. (Bordeaux developments, 2011)

2.4.2. DocksideGreen

Le projet *DocksideGreen* de Victoria est le premier à avoir soumis sa candidature de projet pilote au programme de LEED ND au Canada. Il est donc légèrement plus vieux que certains autres projets présentés, mais il n'en reste pas moins qu'il présente des caractéristiques intéressantes. Certifié platine



Figure 2.2 Résidences du projet *DocksideGreen*
(Tiré de DocksideGreen, 2012)

depuis le novembre 2009, le site de 0,06 km² ne contient que des bâtiments certifiés LEED platine, dont les bâtiments *Synergy* et *Balance* qui ont accumulé un très haut pointage pour la certification de bâtiments. Le projet présente des habitations variées pouvant accueillir 2 500 résidents, ainsi que des bureaux, des commerces et de petites industries. Le projet vise une clientèle diversifiée et de tous âges, ce qui permet une large gamme de prix. *DocksideGreen* est, par contre, légèrement plus densifié que la réalité des

milieux plus ruraux, une densité de type ZIM fortes (Figure 2.2). Une particularité intéressante de ce projet concerne l'intégration des priorités régionales. En effet, la collaboration avec les Premières Nations de la région a été mainte fois citée. Un programme d'accès aux habitations pour les plus démunis a été instauré et l'intégration de la culture amérindienne locale dans les bâtiments et les parcs a été fortement considérée. De nombreuses initiatives dont une usine de biométhanisation qui fournit le chauffage au quartier, l'installation de toits verts, le choix de matériaux écoresponsables et locaux, la réutilisation des eaux grises et la plantation de végétation ont aussi été notés. (DocksideGreen, 2012).

2.4.3. Westhills Green Community



Figure 2.3 Plan de Westhills Green Community

(Tiré de Westhills, 2012)

La *Westhills Green Community*, située dans la ville de Langford, s'étale sur 2 km² et accueille 6000 nouvelles unités d'habitation, commerces, institutions d'enseignement et services publics (Figure 2.3). Ce projet possède un emplacement exceptionnel pour ses résidents étant donnée sa proximité avec le centre-ville de Victoria en Colombie-Britannique (à 25 minutes en vélo). L'aménagement de *Westhills Green Community*, basé sur LEED ND, comprend le choix du site, les différents modes de transport alternatif, la préservation de l'environnement, la communauté agricole, l'efficacité énergétique, la qualité de

l'atmosphère, du sol et de l'eau, ainsi que les différentes ressources et matériaux à proximité. De plus, approximativement 40% de la superficie est protégée sous forme de parc et d'espaces verts de toutes sortes. Des accès pour les piétons et des promenades ont été aménagés. Une mixité d'usage est aussi présente sur ce territoire. Ces services et ces infrastructures (emplois diversifiés, centres de location multiples, services d'autobus et de train, etc.) sont disponibles pour tous, peu importe l'âge ou la culture. Les édifices et les habitations respectent une qualité de construction environnementale soutenue par LEED. Les habitations, que ce soit des maisons unifamiliales, des condos ou autres, sont abordables permettant l'accès à tout type de revenu. (Westhills, 2012)

2.4.4. Ecovillage Currumbin

Le village écologique de Currumbin se situe dans la vallée de Currumbin (Australie), où environ 1 km² est réservé pour celui-ci (Figure 2.4). Sur ses 80 % d'espaces verts, 50 % sont consacrés à la conservation et à la préservation de la pérennité des lieux sous forme de réserve naturelle. La végétation y repousse doucement suite à la disparition des monocultures intensives anciennement présentes sur le territoire. Des efforts de

restauration de la végétation naturelle sont actuellement faits en ce sens. Puis, la topographie splendide de cette région montre diverses formes permettant à la population d'avoir une vue à couper le souffle sur différents points de la vallée.



Figure 2.4 Résidences de l'Ecovillage Currumbin

(Tiré de The Ecovillage, 2012)

D'ailleurs, 20 km ont été

tracés pour circuler dans tout le village à pied ou à bicyclette et les routes ont été réduites pour minimiser la circulation automobile. Piscine, gymnase, parcs, cuisine communautaire, cours de détente, cafés et bien d'autres permettent aussi à la population de socialiser et de se divertir. Cette bonne mixité sociale est représentative de la variation des statuts socio-économiques et de l'âge des individus vivant dans la communauté. Le projet de quartier écologique veille à rendre de manière équitable, l'accessibilité aux services et aux terrains. De plus, des programmes sociaux assurent la formation de la population. Quant à la gestion des ressources, elle s'effectue par l'ensemble de la population. Les consommations d'eau, de gaz et d'électricité sont calculées, ce qui permet de connaître les quantités utilisées par chacun. Le village vise l'application de la réduction, la réutilisation et le recyclage des matières. De même, plusieurs aliments sont produits localement, ce qui constitue une spécificité intéressante pour ce quartier. Enfin, la construction des habitations est réfléchie de manière à minimiser les impacts environnementaux, en conservant la topologie, l'hydrologie, l'intégrité et la biodiversité du milieu. L'*Ecovillage Currumbin* est probablement l'un des projets les plus intéressants et complets à ce jour. (The Ecovillage, 2012)

2.4.5. Aldinga Arts Eco-Village

L'écovillage d'Aldinga reçoit les familles désirant construire et vivre dans le respect de l'environnement. Ce développement couvre environ 0,4 km², à approximativement 35 minutes au sud d'Adélaïde en Australie (Figure 2.5). Quelques commerçants, un amphithéâtre et des habitations de toutes sortes (types et prix) sont sur place et 25 % des terres sont uniquement utilisés pour la culture biologique et le développement de la permaculture. Cette région a la particularité d'être très aride et l'eau est une ressource rare. Son utilisation a donc été optimisée par la réutilisation des eaux grises et par l'accumulation de l'eau de



Figure 2.5 L'éco-village Aldinga Arts

(Tiré de ARTE, s.d.)

pluie captée par le toit des maisons et entreposée dans des réservoirs individuels, ce qui permet le plus souvent d'avoir une autonomie complète. De plus, sur chaque résidence se trouve un système pour chauffer l'eau à partir du soleil et des panneaux solaires pour la production d'électricité. La masse thermique des bâtiments permet de réguler la température et abaisse ainsi les coûts de chauffage et de climatisation, puis leur orientation permet d'obtenir une ventilation maximale et le captage optimal des rayons solaires. Les matériaux des maisons sont aussi sélectionnés selon leur faible impact, leur durée de vie et leur faible besoin d'entretien, permettant des économies d'énergie et de ressources. Par ailleurs, la population est invitée à s'impliquer dans son environnement (programmes de revégétalisation, support de la biodiversité, etc.), ce qui favorise l'apprentissage de chacun et l'engagement communautaire. Un mode de gestion à prôner, particulièrement dans les milieux ruraux. (ARTE, s.d.)

Les projets présentés possèdent tous des caractéristiques particulières qui les démarquent les uns des autres. Chaque projet atteint les aspects importants de l'aménagement de site, mais de manière différente selon leurs critères de performance. Cela démontre que chaque projet peut être adapté à un contexte particulier, influençant

considérablement son développement et son aménagement. Ces exemples mettent également en relief les nombreuses possibilités de quartiers écologiques. Certains offrent un espace réservé au secteur résidentiel, commercial et industriel tandis que d'autres peuvent être exclusivement composés de deux ou d'un seul secteur.

Ces projets seront, d'ailleurs, source d'inspiration pour l'intégration du biomimétisme dans l'aménagement et le fonctionnement d'un quartier écologique, approche qui sera présentée dans la section ultérieure nommée « Conception intégrée » (chapitre 3). Il sera plus précisément question de développement domiciliaire écologique, soit l'une des catégories du quartier écologique qu'il est possible de retrouver en milieu rural. Il désigne, tout comme son nom l'indique, que seuls les domiciles y sont développés, excluant donc les secteurs commerciaux et industriels exclusifs et spécialisés, sans toutefois interdire la présence de petits commerces ou de petites productions locales.

3. CONCEPTION INTÉGRÉE

En se servant d'un modèle issu de la nature, ce chapitre permet de trouver une solution alternative plus durable à l'aménagement et au fonctionnement actuel des développements domiciliaires en milieu rural. Il permet de démontrer théoriquement l'efficacité du modèle à réduire les impacts écologiques et à améliorer les impacts socio-économiques de certaines composantes de l'aménagement d'un quartier. Les enjeux de l'aménagement et du fonctionnement sont donc soulevés dans un premier temps. Puis, grâce à l'utilisation du troisième champ d'application du biomimétisme (le biomimétisme écosystémique) qui porte sur le fonctionnement des écosystèmes et s'intéresse aux relations entre les espèces, il a été possible d'identifier un modèle approprié. En effet, c'est en s'inspirant des écosystèmes et plus particulièrement des écosystèmes matures, qu'il est possible de répondre aux différents enjeux de l'aménagement d'un site. Pour parvenir à ce modèle, les modes de vie, de production et de consommation actuels de la société doivent être modifiés, et différents moyens sont proposés pour cela. Il s'agit essentiellement d'appliquer conjointement les principes des 3RV et des 3NJ à l'ensemble des activités à mettre en œuvre dans le cadre de l'aménagement d'un site, soit au choix de l'emplacement du site, à la densification des habitations, à la mixité des usages du quartier, à la connectivité au sein du développement, à la préservation de l'intégrité du milieu, de même qu'à la mise en place de technologies et facilités permettant de tendre vers une certaine autonomie en énergie, en eau et en nourriture.

3.1. Détermination des enjeux

En offrant la possibilité de se développer sur de nouvelles bases, inspirées de la nature, l'aménagement d'un développement domiciliaire écologique doit intégrer les besoins de la population sans toutefois nuire à l'environnement. Ainsi, les principaux enjeux considérés pour l'aménagement d'un site en milieu rural incluent l'énergie, l'eau, la nourriture, les déchets, l'intégrité du milieu et la biodiversité, ainsi que la qualité de vie des habitants.

3.1.1. L'énergie

Encore largement utilisés dans le monde comme sources d'énergie, le charbon, le gaz naturel, le pétrole et l'énergie nucléaire contribuent à la dégradation de nombreux milieux

et relâchent de grandes quantités de polluants, en partie responsables des perturbations climatiques actuelles. Au Québec, l'hydroélectricité est la source énergétique principale, mais cette énergie prétendument plus verte, engendre aussi de nombreux bouleversements dans les écosystèmes (Chercher le courant, 2010). De fait, dans le cadre de l'aménagement d'un site en vue d'installer un développement domiciliaire écologique, l'énergie devient un enjeu majeur à considérer tant au niveau de son approvisionnement, que de sa production, de son stockage, de sa distribution et de son utilisation.

3.1.2. L'eau

L'eau est une ressource essentielle à la survie des êtres vivants et permet également de répondre à d'autres besoins quotidiens facultatifs de l'être humain (loisirs, entretien ménager, etc.). Malheureusement, la pression actuelle que la population exerce sur les réserves d'eau, modifie le régime hydrique des milieux naturels et a des répercussions importantes sur l'environnement. Les activités présentes en milieu rural affectent grandement la qualité, la quantité et le flux naturel de l'eau. Par exemple, l'apport de fertilisants, de pollution chimique, de sédiments et d'éléments organiques provenant des habitations contribuent à ces impacts négatifs. Le cycle de l'eau est aussi perturbé par l'urbanisation traditionnelle, puisque l'évaporation et la transpiration sont réduites, tandis que le ruissellement augmente au détriment de l'infiltration. En milieu rural, l'impact reste moindre puisque l'imperméabilisation des sols et la densification des maisons sont moins importantes, mais les nombreuses exploitations agricoles ont pour effet de déranger la circulation naturelle de l'eau et polluent les sources d'eau potable. Au niveau de l'eau, les préoccupations majeures concernent l'approvisionnement, l'utilisation et le traitement des eaux usées, et ont pour but la préservation de sa qualité, la conservation de sa quantité et le respect des flux naturels (International Living Future Institute, 2010).

3.1.3. La nourriture

L'enjeu de l'alimentation humaine comporte trois grands volets, soit l'approvisionnement, la consommation et le traitement de ses déchets. Au Québec, il est relativement simple d'accéder à une très grande variété d'aliments, et ce, peu importe la période de l'année. Cependant, les impacts environnementaux négatifs liés principalement au transport des aliments et à la surproduction sont réels. Pour contrer ces impacts, le quartier doit tendre

vers l'achat local et l'autonomie alimentaire (autoproduction). Une fois cette voie entreprise, il est possible de compléter ce qui manque avec différentes importations équitables et respectueuses de l'environnement. (International Living Future Institute, 2010)

3.1.4. Les déchets

Les résidus, actuellement produits en très grande quantité, nuisent à la qualité de l'environnement et contribuent à la dégradation de nombreux écosystèmes. La gestion des intrants a pour objectif de sélectionner la matière selon son contenu énergétique, sa durée de vie, sa provenance et sa composition pour éviter au maximum les impacts négatifs environnementaux et socioéconomiques. Il s'agit d'utiliser les ressources naturelles de manière responsable et d'éviter particulièrement les matières non renouvelables. Une fois la question des intrants abordée, il est alors moins complexe de réaliser le traitement des extrants, nommés résidus ultimes. Il suffit d'éviter au maximum les impacts négatifs environnementaux, en diminuant l'utilisation d'énergie, de transports et d'agents toxiques, liés à son élimination. (International Living Future Institute, 2010; Olivier, 2010).

3.1.5. L'intégrité du milieu et la biodiversité

Le maintien de l'intégrité du milieu permet de préserver les biens et les services écologiques rendus par la nature. Ces services sont nombreux et essentiels à la vie sur terre. Il est question de la production d'oxygène, des pouvoirs de filtration et de purification de l'air et de l'eau, de la pollinisation d'un bon nombre de cultures, etc. Par exemple, les milieux humides possèdent une vaste biodiversité permettant, entre autres, la recharge des nappes phréatiques et la régulation des crues, la diminution de l'érosion des sols et la filtration naturelle de l'eau. Ces milieux offrent également des habitats de qualité (alimentation, abris et reproduction) permettant à plusieurs espèces de s'installer et d'offrir à leur tour plusieurs services. De même, les sols agricoles et forestiers, souvent riches en éléments nutritifs et minéraux, sont source de vie et permettent la production d'aliments variés.

L'arrivée des quartiers résidentiels traditionnels bouleverse le milieu et transforme la biodiversité qui s'y trouve en raison des activités de remblayage et de déblayage, de détournement de cours d'eau, de reprofilage, de dynamitage, de déboisement et de

réaménagement. Les usages non agricoles en milieu rural, sur des terres normalement cultivables, ont aussi pour effet d'élever les exigences de productivité des terres pour une même superficie, ce qui entraîne l'utilisation accrue de fertilisants et de produits chimiques pour répondre à la demande (Statistiques Canada, 2005). Pareillement, les milieux forestiers prennent des années à établir la richesse nutritive de leur sol et leur exploitation doit être réalisée de manière responsable.

Tout en protégeant ces milieux humides, agricoles et forestiers, l'aménagement doit éviter les coupures d'urbanisation et promouvoir la nature au sein du quartier pour assurer la préservation de la biodiversité qui s'y trouve (Charlot-Valdieu et Outrequin, 2011). Dans le cas de pertes de territoire ou de potentiel écologique, il est essentiel de les évaluer et de les compenser par d'autres aménagements semblables par exemple (International Living Future Institute, 2010).

3.1.6. La qualité de vie

L'usager du quartier fera toujours son choix en fonction de la qualité de vie que pourra lui offrir le développement domiciliaire écologique (Chouvet, 2007). Cette qualité de vie doit être vue comme une résultante de tous les enjeux qui précèdent ce paragraphe, auxquels s'ajoutent un accès équitable aux espaces verts, aux services ou équipements de base et aux processus participatifs. Elle permet de vivre dans un environnement dynamique, visuellement attrayant et enrichit le quotidien des habitants. Toutefois, il peut être compliqué d'assurer ces conditions optimales de manière constante, puisque l'atteinte de cette qualité sera dépendante de la volonté des gens qui opèrent et maintiennent ce milieu de vie (International Living Future Institute, 2010). L'aménagement doit donc favoriser la mise en place d'outils, d'infrastructures et de services, mais la population doit déployer les efforts nécessaires à l'atteinte de la qualité de vie qu'elle recherche.

3.2. Identification du modèle

Les besoins et les enjeux des développements domiciliaires écologiques sont complexes et demandent un modèle qui s'étend au-delà des exemples de communautés animales et végétales. Le modèle de l'écosystème dans sa globalité, un système interactif qui comprend des communautés et leur milieu physique, est donc considéré pour l'aménagement et le fonctionnement des développements. L'ensemble des composantes

biologiques, physiques et chimiques forme un réseau complexe d'interactions permettant la circulation de l'énergie et de la matière à l'intérieur de l'écosystème. Cela constitue d'ailleurs l'une des nombreuses qualités de l'écosystème qui devraient grandement influencer l'aménagement et le fonctionnement des quartiers ruraux. Au sein même de l'écosystème, la circulation d'énergie et de matière est rendue possible grâce aux nombreux niveaux trophiques qui composent l'écosystème. Les niveaux trophiques correspondent à la classification des organismes de l'écosystème selon les relations alimentaires et les niveaux de transfert énergétique. Les espèces qui y vivent sont ainsi interreliées de manière directe ou indirecte, ce qui constitue la complexité du réseau. Ce flux naturel d'énergie est exposé dans les propos qui suivent, entre autres pour son caractère renouvelable et son aspect d'autoproduction locale efficace. Ensuite, puisque l'eau est vitale pour les écosystèmes, il importe de présenter le cycle de l'eau et la référence intéressante qu'offre ce cycle pour l'aménagement des milieux ruraux.

De plus, le mode de vie et le développement actuel des quartiers présentent des ressemblances phénoménales avec les écosystèmes pionniers de la nature. L'être humain a même poussé à l'extrême cette stratégie pionnière basée sur la forte consommation, la croissance rapide et la production massive de faible qualité. La pression est tellement forte que cet état pionnier se prolonge dans le temps en raison de la fréquence et de l'intensité des perturbations que l'être humain fait subir à son milieu. Puisqu'il est démontré que les écosystèmes pionniers sont éphémères en nature et sont remplacés par d'autres écosystèmes (Smith et Smith, 2001), il devient alors négatif de chérir cette stratégie lorsqu'il est question de durabilité. Les écosystèmes dits matures offrent des services et des stratégies plus durables pour les communautés qui y vivent. Les développements domiciliaires écologiques devraient donc tendre vers ce modèle d'écosystème mature et modifier les aménagements actuellement effectués. Une comparaison entre ces deux types d'écosystème, pionnier et mature (chapitre 3.2.3), permettra de mieux en saisir les nuances et l'intérêt du choix proposé.

3.2.1. Les flux naturels d'énergie

Outre son utilité thermique, l'énergie solaire est utilisée pour alimenter une série de réactions chimiques chez les plantes et certains microorganismes. Cette source énergétique transformée par les premiers niveaux trophiques est ensuite assimilée par les animaux qui acquièrent ainsi l'énergie nécessaire à leurs activités. L'énergie est donc

momentanément entreposée dans leurs tissus avant d'être transférée à d'autres individus de niveau trophique supérieur (Smith et Smith, 2001). Dans un autre ordre d'idée, l'énergie issue des déplacements de masses de fluides (air et eau) a, elle aussi, son importance dans le fonctionnement des écosystèmes. En résumé, l'énergie qui alimente et permet le fonctionnement des écosystèmes est donc captée, transformée ou produite localement, à partir de ressources renouvelables : la lumière, la chaleur solaire, et la force des fluides.

3.2.2. Les flux naturels de l'eau

Véhiculée sous différentes formes et selon différents procédés (évaporation, transpiration, précipitations, ruissellement, infiltration, stockage souterrain et en surface), cette eau permet de répondre aux différents besoins des êtres vivants. Le régime hydrique est cependant différent d'un milieu à un autre. En milieu tempéré, les précipitations excèdent les niveaux d'évaporation et sont plus irrégulières et plus faibles en zone continentale humide qu'en zone océanique, mais restent néanmoins importantes toute l'année (Vigneau, 2005). Les organismes doivent donc s'adapter selon le régime hydrique de la région.

Les écosystèmes sont d'ailleurs « aptes à gérer » les précipitations reçues grâce à plusieurs caractéristiques. Par exemple, les rivières sont naturellement configurées sous forme de méandres, ce qui ralentit l'écoulement de l'eau. Cette configuration permet aussi à la plaine inondable d'absorber une plus grande quantité d'eau, ce qui évite les inondations lors des crues soudaines et crée d'importants habitats fauniques. De plus, l'accumulation de l'eau dans les plans d'eau ou les zones humides est une façon de tempérer les grandes arrivées d'eau. Cette capacité de rétention est également retrouvée dans les sols. Le système de rétention, de purification et de filtration des végétaux permet la conservation de la qualité de l'eau, en empêchant l'érosion des sols, l'apport de sédiments et de nutriments dans l'eau.

3.2.3. L'écosystème de type pionnier comparé au type mature

Les écosystèmes pionniers (type I), qui correspondent généralement au stade précoce des écosystèmes matures, se distinguent de ces stades avancés (type III). La comparaison de leurs différentes caractéristiques permet d'établir que le mode de vie et

de production actuels de la société se rapproche davantage des écosystèmes pionniers présents dans la nature. Ces différentes caractéristiques sont présentées dans le Tableau 3.1.

En milieu naturel, les écosystèmes pionniers de type I apparaissent généralement après une perturbation de l'environnement (ex. : un feu, un glissement de terrain, un chablis). Ils colonisent opportunément et rapidement l'espace et/ou les ressources. Les espèces qui s'y trouvent concentrent davantage leur énergie à leur croissance, mais se soucient peu de l'efficacité de leur fonctionnement (Benyus, 2011). Ces écosystèmes sont caractérisés par une faible diversité d'espèces et consomment beaucoup d'énergie et de ressources (Ramade, 2009). Ils produisent par le fait même énormément de déchets, préférant la quantité à la qualité (Morinière, 2009). Une fois leur vie achevée, les résidus laissés par ces espèces permettront généralement aux espèces subséquentes de s'alimenter et de s'encrenir dans le milieu.

Les espèces associées aux écosystèmes de type I ne résident normalement pas à long terme sur le milieu, puisqu'elles seront remplacées par d'autres communautés transitoires. Ces dernières optimiseront davantage les ressources et l'énergie leur permettant de résister aux contraintes naturelles et de se développer plus rapidement par la suite, devançant les nouvelles tentatives d'implantation des espèces de type I. Cet enchaînement se poursuivra jusqu'à la stabilisation en terme de quantité et de qualité d'espèces, soit jusqu'à l'ultime phase de développement dans la succession (Ramade, 2009). Ce sont alors des écosystèmes, dits de type III, qui domineront le site, du moins, jusqu'à la prochaine perturbation. Ces écosystèmes matures ont la particularité de faire mieux avec moins. La biomasse et la diversification des réseaux trophiques y sont maximales. La capacité de régulation par rapport aux fluctuations de l'environnement y est nettement supérieure à celles de toutes autres communautés pouvant exister ou étant apparue au cours de la succession à cet endroit (*Ibid.*). Il y a progressivement une hétérogénéisation du milieu et une augmentation de la diversité d'espèces, ce qui engendre de nouvelles interactions. En phase mature, la croissance des peuplements est ralentie, les systèmes sont grandement efficaces et un haut taux de recyclage des matières est observé (*Ibid.*).

Tableau 3.1 Comparaison des caractéristiques des écosystèmes de stade pionniers (type I) et de stade mature (type III).

(tiré de Benyus, 2011, p. 344)

Caractéristiques de l'écosystème	Stade pionnier (type I)	Stade mature (type III)
Chaîne alimentaire	Linéaire	Ramifiée
Diversité des espèces	Faible	Forte
Taille de l'organisme	Petite	Grande
Cycle de vie	Courts et simples	Longs et complexes
Stratégie de développement (accroissement de la population)	Développement rapide privilégié	Rétrocontrôle privilégié
Production (masse corporelle et progéniture)	Quantité	Qualité
Symbiose interne (relations de coopération)	Non développée	Développée
Préservation des éléments nutritifs (circulation en circuit fermé)	Médiocre	Bonne
Diversité des formes (strates de la canopée)	Simple	Complexe
Diversité biochimique (ex. : « course à l'armement » entre plantes et herbivores)	Faible	Forte
Spécialisation de la niche (« métier » au sein de l'écosystème)	Niche étendue	Niche étroite
Cycles des minéraux	Ouverts	Fermés
Échange des éléments nutritifs entre les organismes et le milieu	Rapide	Lent
Rôle des détritux dans la régénération des éléments nutritifs	Pas importante	Importante
Éléments nutritifs inorganiques (minéraux tels que le fer)	Extrabiotiques	Intrabiotiques
Matière organique totale (éléments nutritifs contenus dans la biomasse)	Peu importante	Importante
Stabilité (résistance aux perturbations externes)	Médiocre	Bonne
Entropie (dissipation d'énergie)	Élevée	Faible
Information (boucles de rétroaction)	Peu importante	Importante

De plus, la densité des populations des écosystèmes matures est régie par la capacité de support du milieu. En effet, dans un milieu aux ressources limitées, la croissance d'une population ne peut être de nature exponentielle pendant longtemps, car la résistance que la nature offre à cet accroissement va se manifester de façon plus intense, avec l'accroissement des densités (Ramade, 2009). Puisque les individus appartenant à une même population exploitent le même type de ressource, l'augmentation de la densité de la population engendre une compétition pour les ressources et le territoire. Ils sont ainsi contraints à exploiter en totalité les ressources disponibles lorsqu'ils accroissent leurs effectifs au point d'atteindre la capacité de support du milieu, voire même de la dépasser largement. Un dépassement de la capacité de support entraînera systématiquement le déclin de la population dans un laps de temps relativement court. Les écosystèmes de types III sont balancés en ce sens. Ils ont atteint leur point d'équilibre contrairement aux écosystèmes précoces qui en sont loin et qui atteignent rapidement cette limite.

En milieu mature, il est aussi question de connectivité écologique ou de connectivité d'habitat. Cela signifie que l'écosystème en place permet des échanges génétiques pour augmenter la variabilité génétique des populations, mais aussi une continuité des services rendus par les différents habitats. Cette connectivité est essentielle pour préserver la biodiversité et l'intégrité du milieu. Par exemple, une progression de différentes strates végétative entre deux milieux permet la cohésion des écosystèmes et des services qu'ils rendent (Ramade, 2009).

L'aspect de l'hétérogénéité du milieu présenté dans le Tableau 3.1 est aussi l'une des particularités intéressantes des écosystèmes matures. La stabilité d'une communauté, c'est-à-dire l'habileté d'une communauté à résister aux changements environnementaux, est une conséquence de la complexité de cette hétérogénéité (Lindenmayer et Fischer, 2006). De plus, une riche diversité d'individus spécialistes et généralistes offrira l'équilibre essentiel à l'ensemble des services assurés par l'écosystème. C'est donc dire que l'hétérogénéité d'un système, lié au nombre élevé d'interactions et à une riche biodiversité, pourra augmenter les probabilités de résister aux perturbations.

Par ailleurs, la diversité incroyable d'espèces animales capables de s'installer dans ces endroits riches, crée une série de transformations qui permettent de recycler la matière. Ces transformations seront conséquentes du niveau trophique auquel les espèces

appartiennent : les producteurs, les consommateurs ou les décomposeurs. Les producteurs, tels que les végétaux et certains microorganismes utilisant la photosynthèse, réussissent à produire des molécules organiques à partir de substances inorganiques et de l'énergie solaire. En plus de fournir de l'oxygène, les végétaux serviront à alimenter les consommateurs primaires qui à leur tour seront ingérés par les consommateurs secondaires. Ce sont alors les décomposeurs qui utiliseront en fin de vie cette matière organique pour la relâcher sous forme de molécules inorganiques simples que les producteurs réutiliseront. Cette chaîne trophique forme une boucle qui permet de réutiliser la ressource à l'infini. (Ramade, 2009)

L'aménagement des développements résidentiels devrait donc tendre vers un fonctionnement représentatif des écosystèmes matures, qui privilégient la diversité, l'utilisation circulaire des ressources, la stabilité locale, l'auto-organisation, la connectivité et bien d'autres. Il s'agit de modéliser cet aménagement de manière à recréer une succession écosystémique progressive, en remplaçant des segments du mode de vie de type I par des segments de type III, jusqu'à ce que l'ensemble soit à l'image du monde naturel (Benyus, 2011). Pour ce faire, il importe d'instaurer des moyens clairs pour arriver à un modèle écosystémique mature qui réduirait les impacts écologiques négatifs et améliorerait les impacts socio-économiques lors de l'aménagement des développements domiciliaires écologiques en milieu rural.

3.3. Application du modèle

Cette section permet de démontrer théoriquement l'efficacité du modèle de l'écosystème mature à réduire les impacts écologiques et améliorer les impacts socio-économiques de l'aménagement d'un quartier. Pour ce faire, les moyens pour tendre vers ce modèle et répondre aux enjeux touchant l'aménagement et le fonctionnement d'un développement domiciliaire en milieu rural (énergie, eau, alimentation, déchets, intégrité du milieu, biodiversité, qualité de vie), sont expliqués. Puis, le modèle est appliqué aux composantes ciblées dans le chapitre 2, soit l'emplacement du site en lien avec la densification des habitations, la mixité des usages du quartier, la connectivité au sein du développement, de même que la préservation de l'intégrité du milieu.

3.3.1. Moyens pour répondre aux enjeux

Pour développer une symbiose au sein du quartier, complexifier les formes, diversifier les possibilités, préserver les ressources, atteindre une stabilité, améliorer la communication et accéder à une autonomie représentative des écosystèmes matures de type III, il est nécessaire de se doter de moyens. Ces moyens consistent à appliquer conjointement les principes des 3RV et des 3NJ à tous les défis que soulève l'aménagement des développements domiciliaires écologiques en milieu rural. Ces deux principes proposent ensemble de moins et de mieux produire pour moins et mieux consommer, de manière à offrir une alternative plus responsable et plus représentative des valeurs véhiculées par le concept de développement durable.

Le principe des 3RV a été établi dans le but d'effectuer une meilleure gestion des matières résiduelles et de lutter contre le gaspillage. Cependant, ce fondement peut être extrapolé à l'ensemble de l'utilisation et de la consommation, et ne doit pas être exclusivement perçu comme un concept attitré aux matières résiduelles. Les 3RV priorisent la réduction, le réemploi, le recyclage, puis la valorisation, avant d'être envoyé à l'élimination. Plus particulièrement, la réduction à la source vise à diminuer la quantité d'éléments produits (Olivier, 2010). Il peut s'agir de résidus générés à la suite de la fabrication, de la distribution ou de l'utilisation d'un produit, mais également de la demande de consommation en soi. Le réemploi permet l'utilisation répétée d'un produit ou d'un objet sans en modifier les caractéristiques. Le recyclage permet la réutilisation d'un produit en modifiant ses propriétés ou son apparence pour créer une nouvelle matière première. Quant à la valorisation, elle consiste à mettre en valeur la matière soit par une transformation chimique afin de récupérer l'énergie contenue dans les liens chimiques (ex : biomasse, compost) (*Ibid.*), soit par toute autre transformation donnant une nouvelle vie à la matière considérée. Le principe des 3RV propose ainsi globalement de réduire les consommations de ressources et d'énergie en vue de les rendre plus cohérentes avec les réels besoins de l'être humain.

Pour ce qui est du principe des 3NJ, il encourage une consommation plus réfléchie. Cet acronyme signifie que les biens de consommation devraient majoritairement être nus (non emballés), naturels, produits non loin et de façon juste. Le critère nu cible la consommation de produits non emballés, en vrac, ou la réutilisation des emballages, ainsi que le discrédit des contenants individuels. Le second N, le naturel, vise la consommation

biologique, la réduction des pesticides, les matériaux non synthétiques, et le minimum de transformation avant consommation; tandis que le troisième N, le non-loin, encourage la production de proximité pour favoriser les circuits courts, l'achat local et régional pour favoriser l'économie ou le dynamisme social et réduire les impacts environnementaux liés aux transports. Quant au J, le juste, il est associé à l'équité des productions et au combat contre l'injustice sociale.

Adaptés au quartier écologique, les principes des 3RV et des 3NJ, permettent de tendre vers l'optimum de l'organisation des écosystèmes matures. Pour l'énergie, les occupants du développement domiciliaire doivent avant tout réduire au minimum leur consommation énergétique et doivent utiliser, réutiliser et recycler l'énergie à bon escient, de manière responsable. L'approvisionnement du développement domiciliaire doit ensuite être basé sur des énergies propres, fiables et provenant de ressources renouvelables (International Living Future Institute, 2010). Il n'est alors plus question de s'approvisionner à partir de carburant fossile, mais plutôt d'utiliser localement et équitablement l'air, l'eau et le soleil à titre de ressources. Les technologies actuellement disponibles et susceptibles d'être mises en place à l'échelle d'un développement domiciliaire permettent de décentraliser la production. Une production locale, couplée à une diversification énergétique, offre une plus grande autonomie et réduit les pertes d'énergie liées au transport de celle-ci (Charlotte-Valdieu et Outrequin, 2011); un aspect particulièrement approprié en milieu rural. L'entreposage et la distribution réalisés à l'échelle locale permettront également de raccourcir les distances à parcourir, de réduire les moyens à mettre en œuvre et les matériaux à utiliser pour transporter l'énergie, de diminuer les pertes et donc d'obtenir un meilleur rendement.

De même, il est possible d'atténuer la demande en eau potable en réduisant sa consommation, puis en réutilisant les surplus à des fins locales (jardin, entretien ménager, toilette, etc.). La récupération des eaux pluviales à partir des surfaces imperméables peut aussi être réalisée et les eaux grises doivent être réemployées, recyclées et valorisées dans les quartiers avant d'être éliminées vers le traitement. De cette façon, le quartier pourra atteindre ultimement l'autosuffisance, améliorer la santé écologique des milieux et diminuer les impacts néfastes sur l'environnement. Une eau de qualité doit également être accessible équitablement à tous, et ce, dans un périmètre raisonnable, dans le but d'éliminer la nécessité de l'eau embouteillée. Dans le même ordre d'idée, la tendance

actuelle semble pencher pour la solution de facilité. Au lieu de faire les efforts pour obtenir une eau de qualité à partir de l'eau disponible en surface et de miser sur les biens et services de la nature pour fournir cette qualité, il semble plus facile d'aller puiser l'eau en profondeur. Miser sur les eaux de surface signifie également de préserver la qualité des eaux souterraines, puisqu'en abandonnant le combat sur la qualité de l'eau en surface, le risque de contamination des eaux souterraines par les eaux de surface augmente. Ce réflexe ne devrait donc pas être encouragé dans les développements domiciliaires écologiques. Additionné à ces modifications de consommation, il est possible d'adopter des moyens plus naturels pour traiter l'eau, ce qui aidera les systèmes de traitement d'eau potable et les réseaux d'assainissement d'eaux usées actuels qui, souvent, ne sont pas conçus pour répondre à une demande croissante. La régulation des débits et l'infiltration naturelle de l'eau par le sol contribueront à diminuer les volumes acheminés au réseau d'assainissement et limiteront les risques de débordement et de pollution (Charlot-Valdieu et Outrequin, 2011). Puis, le traitement ultime doit respecter l'aspect naturel des 3NJ, en utilisant le moins de produits chimiques, de manière à ne pas nuire à l'environnement.

Pour ce qui est de l'alimentation, une consommation responsable permettra d'encourager l'économie locale et le développement social, comme les jardins communautaires et les petites entreprises qui encouragent les activités sociales et l'activité physique en plus de fournir de la nourriture de grande qualité à la communauté. Il est aussi vrai que la consommation et la production de rejets doivent être réduites de manière à éviter le gaspillage. Ces rejets doivent ensuite être réemployés, recyclés puis valorisés sous forme de compost ou autre, avant d'être éliminés. L'achat de ces produits demande également un effort dans la réduction de l'emballage, dans la production naturelle, locale, juste et équitable, ainsi que dans la consommation sur place de ces aliments. (International Living Future Institute, 2010)

De plus, l'application des 3RV et des 3NJ doit s'incérer dans la gestion des déchets. Cette gestion au sein du développement domiciliaire doit limiter la production de résidus et doit utiliser les ressources de base de manière raisonnée. Il est donc primordial d'effectuer une sélection dans l'utilisation des matériaux. Ils doivent être choisis selon les impacts environnementaux et sociaux qu'ils pourraient entraîner tout au long de leur cycle de vie (production, fabrication, usage, fin de vie). Puis, il s'agit de miser entre autres sur la

réutilisation des objets ou des matières, ainsi que sur la valorisation (énergétique ou autre) des matières avant de les diriger vers l'élimination.

Enfin, par la conservation de la biodiversité et par l'application des principes des 3RV et des 3NJ aux différents enjeux précédents, les chances d'assurer une bonne qualité de vie pour l'ensemble de la communauté augmenteront.

3.3.2. Application aux composantes ciblées : Emplacement du site et densification des habitations

Malgré que ce concept soit source de débats entre urbanistes et environnementalistes, la densification d'un quartier résidentiel constituerait actuellement une partie de la solution pour contrer les impacts environnementaux et socio-économiques négatifs (Charmes, 2010). Il reste par contre difficile d'estimer la densification idéale à atteindre, et ce, particulièrement dans les contextes de ZIM faible. Le modèle écosystémique mature permet d'émettre une solution.

Une forte densification des habitations permettrait d'élever le bassin de population, ce qui favoriserait la mise en place de transports en commun efficaces. Conséquemment, le nombre de véhicules individuels s'abaisserait, ce qui réduirait le trafic, la pollution, le risque d'accidents et les problèmes de santé. De plus, le regroupement de la population permettrait une plus grande mixité d'usage au sein du quartier accroissant la diversité de service à proximité et encourageant les transports actifs comme la marche et la bicyclette (Kenworthy, 2006). L'utilisation d'énergie et de ressources non renouvelables comme les carburants fossiles serait alors réduite, abaissant les émissions atmosphériques polluantes. La concentration d'habitants permettrait également un apport culturel varié et une mixité sociale, tout comme la protection de l'environnement et la limitation de l'étalement urbain aux alentours (*Ibid.*).

Les vastes espaces et les modes de vie traditionnels ruraux encouragent généralement les citoyens à prôner les faibles densifications. Une densification faible d'habitation, voire même une zone rurale non densifiée, encourage l'activité physique et la santé par la présence de nombreux espaces verts. Cette densification correspond d'ailleurs davantage à la réalité des ZIM plus faibles. Les populations moins nombreuses des zones rurales permettent à l'environnement de répartir les charges polluantes et sollicite ainsi moins les

systèmes tampons des habitats terrestres, aériens et aquatiques environnants. Suite à l'explosion démographique, l'être humain s'est mis à cultiver des terres de plus en plus marginales, défrichant des sols situés en zones semi-arides ou peu fertiles ayant pour conséquence d'augmenter l'érosion, la désertification, l'utilisation de fertilisants et autres produits chimiques pour répondre à ses besoins alimentaires sans cesse accrus (Ramade, 2009). En diversifiant la production et en s'alimentant localement, il est possible d'amoindrir ces impacts négatifs.

Pour ces raisons, il importe d'évaluer adéquatement le niveau de densification requis selon l'emplacement du site, et non de se fier simplement au niveau de densification demandé par les certifications, normes, démarches et guides lors de l'aménagement d'un développement domiciliaire en milieu rural. Il est donc proposé de se baser sur le concept de capacité de support du milieu, qui régit la densité des populations au sein des écosystèmes, pour établir le niveau de densification approprié. Théoriquement, le calcul de la capacité de support d'un milieu devrait prendre en considération l'ensemble des variables qui permettent l'activité d'une espèce donnée (e.g. l'humain) et devrait être effectué sur la superficie du territoire susceptible d'être utilisé par un groupe d'individus (e.g. superficie visée par un développement domiciliaire). Cependant, à cause de la complexité et de l'intensité de nos interrelations avec l'ensemble des écosystèmes terrestres, il n'est pas envisageable d'intégrer tous les paramètres dans ce calcul. Il n'est pas souhaitable non plus de vouloir limiter ce calcul à une échelle spatiale trop restreinte, car certains paramètres sont dépendants des fluctuations saisonnières que peuvent subir certaines régions (e.g. production alimentaire), ou bien leur disponibilité n'est pas limitante grâce aux facilités d'importation dont l'homme dispose (e.g. certains matériaux essentiels à la construction des habitations). Par conséquent et pour l'heure, la solution la plus réaliste et la plus applicable semble être d'estimer la capacité de support du milieu en considérant uniquement l'énergie potentiellement produite et l'eau potentiellement disponible par unité de surface pour combler les besoins de fonctionnement du développement domiciliaire écologique, et d'en déduire la densité d'habitants à ne pas dépasser. Cela signifie que l'approvisionnement en énergie et en eau doit répondre aux besoins des habitants une fois rationalisés, et doit s'effectuer localement en respectant la capacité naturelle du milieu à fournir ces flux.

Appliqué de cette façon, le concept de capacité de support du milieu permettrait de rationaliser la consommation de ressources utiles au fonctionnement du quartier, de répondre adéquatement aux besoins et d'éviter ou de limiter les importations superflues. Il forcerait la préservation de ces ressources en pondérant la densité d'habitation et d'occupants dès la phase d'aménagement du développement domiciliaire en milieu rural.

3.3.3. Application aux composantes ciblées : Mixité des usages du quartier

Telle que mentionnée précédemment, l'hétérogénéité du milieu assure l'équilibre de l'écosystème mature. Ce concept devrait être appliqué aux modes de productions alimentaires en milieu rural. En effet, il est bien connu que les monocultures intensives sont souvent ravagées par l'attaque d'insectes ou de maladie, tandis que les milieux plus hétérogènes en souffrent moins souvent. Pourtant, l'être humain continue de cultiver de cette manière, appauvrissant les sols, par le fait même. La notion de permaculture est directement inspirée des écosystèmes matures puisque ceux-ci sont beaucoup plus productifs que les exploitations agricoles ou forestières actuelles. La permaculture vise à respecter la complexité des strates naturelles d'une forêt par exemple et cherche à stimuler la diversité dans l'aménagement de l'espace. Cet aménagement recherche également les meilleures associations culturelles pour obtenir le plus grand nombre de services. (Benyus, 2011)

Le parallèle entre la diversité de services et d'habitations dans un développement (habitations résidentielles, parcs, rues, jardins communautaires, garderies, centres de personnes âgées, installations pour l'eau, l'énergie, les déchets, etc.) et l'efficacité de la structure communautaire peu aussi être établi. Une mixité sociale entraînera des répercussions positives pour la communauté en établissant des relations dynamiques. L'économie diversifiée sera plus stable et plus solide à long terme. La communauté sera plus forte et sera surtout plus apte à résister aux changements en tous genres.

3.3.4. Application aux composantes ciblées : Connectivité au sein du développement

En urbanisme, le terme connectivité est employé pour désigner les liaisons entre les rues, les pistes cyclables et les chemins piétonniers. Ces liens permettent des déplacements de toutes sortes et encouragent le transport en commun, l'activité physique et la sécurité dans les quartiers grâce à leur configuration. Cette connectivité urbaine doit être réalisée

de manière à desservir l'ensemble des citoyens du quartier, mais doit avoir le moins d'impact négatif possible du point de vue environnemental. Pour ce faire, la connectivité écologique ou connectivité d'habitat retrouvé dans les milieux matures offre un bon modèle. En se basant sur ce modèle, le quartier pourra offrir, tout comme ces écosystèmes, une accessibilité aux services disponibles, un échange social au cœur de la population, une préservation de la diversité citoyenne et l'intégrité physique des lieux.

Cette connexion doit également s'effectuer entre la population et le milieu récepteur de manière à favoriser ses fonctionnalités écologiques. Il ne s'agit pas de préserver de petites réserves au cœur du quartier, car c'est le fonctionnement global des écosystèmes qui assure les services indispensables (Gancille, 2011). Le développement domiciliaire doit s'inclure dans ce milieu à part entière, de manière à assurer cette continuité. Une connectivité dans l'aménagement doit être créée de manière à respecter la fluidité et la cohésion naturellement présente dans les écosystèmes matures.

3.3.5. Application aux composantes ciblées : Préservation de l'intégrité du milieu

Assurer l'intégrité du milieu permet dans une certaine mesure de conserver les biens et les services écologiques rendus par la nature. Cela comprend autant la sauvegarde de la biodiversité que le respect des flux naturels d'énergie, d'eau et autres matières. L'aménagement doit également promouvoir l'utilisation responsable des sols, ménager les coupures d'urbanisation et de fragmentation des habitats naturels, être réalisé dans le respect de la topographie et de la végétation et éviter l'étalement des habitations sur ces milieux de qualité (milieux humides, agricoles et forestiers). Les habitations doivent de plus être adaptées au site d'accueil. Elles doivent être pensées et configurées de manière à faire un tout avec la nature. (Charlot-Valdieu et Outrequin, 2011; USGBC, 2009).

3.3.6. Concrétisation de l'application

En résumé, l'application du modèle de l'écosystème mature dans l'aménagement et le fonctionnement d'un développement domiciliaire écologique en milieu rural pourrait se concrétiser selon les grandes lignes suivantes :

- Adopter les principes des 3RV et des 3NJ au quotidien et vis-à-vis de tous les enjeux déterminés de manière à moins et mieux consommer, et à adapter la consommation de biens et services à nos réels besoins.

- Ajuster la densité d'habitants en estimant la capacité de support du milieu du point de vue de l'énergie potentiellement produite et l'eau potentiellement disponible par unité de surface pour combler les besoins de fonctionnement du développement domiciliaire écologique (une fois rationalisés), tout en respectant la capacité naturelle du milieu à fournir ces flux.
- Respecter la complexité, la diversité et la mixité naturelles des communautés vivantes et des usages pour bénéficier des répercussions positives et obtenir un plus grand nombre de services, comme une plus grande résistance aux perturbations, une économie plus solide à long terme, des échanges sociaux de qualité ou une amélioration de la production alimentaire locale.
- Conserver autant que possible l'intégrité du milieu visé par le développement domiciliaire écologique pour maintenir la connectivité des habitats et sauvegarder la biodiversité de manière à assurer la continuité des mécanismes naturels (respecter les flux naturels d'énergie, d'eau et autres matières) et à bénéficier d'un maximum de biens et services écologiques rendus par un écosystème mature. Ceci implique d'utiliser les sols de manière responsable, d'éviter autant que possible les coupures d'urbanisation et l'étalement des habitations sur les milieux de qualité, de respecter la topographie et la végétation en place.

L'application de ces grandes lignes devrait permettre de répondre aux enjeux déterminés précédemment (énergie, eau, une partie de l'alimentation, déchets, intégrité du milieu et biodiversité) et donc, globalement d'améliorer la qualité de vie des occupants d'un développement domiciliaire écologique en milieu rural. Cependant, à ce stade-ci, cet essai ne peut pas déterminer plus concrètement les données nécessaires à l'application du modèle retenu pour l'aménagement et le fonctionnement d'un site, puisque chaque cas sera unique à cause des particularités physiques et biologiques de chaque site et que d'autres paramètres sociaux et sociétaux doivent être pris en considération. Le chapitre 4 détermine ces quelques paramètres sous forme d'obstacles ou de limites d'application et propose plusieurs stratégies pour les surmonter.

4. LIMITES D'APPLICATION ET STRATÉGIES

L'aménagement d'un développement domiciliaire écologique en milieu rural possède de nombreux avantages environnementaux et socio-économiques et permet d'accéder à une qualité de vie inégalée, et ce sera particulièrement vrai si le projet s'inspire des écosystèmes matures. Cependant, certaines contraintes peuvent limiter l'application de ce concept. C'est le cas de l'évaluation des besoins d'une population dans une région donnée. Les besoins étant différents selon la culture et les habitudes de vie des personnes, il sera difficile de définir les notions de quantité ou de qualité à atteindre pour un projet de développement domiciliaire. À cause de leur évolution dans le temps, ces notions devront être continuellement ajustées. Cependant, par la sensibilisation et l'éducation, il est aussi possible d'orienter quelque peu les réalités temporelles et spatiales des individus de manière à ce que des changements de comportements se produisent, facilitant l'acceptabilité sociale essentielle à la création, au maintien et à l'entretien des développements domiciliaires écologiques. Parmi les changements de comportements à envisager, il est important que l'ensemble de la collectivité s'engage dans des processus décisionnels concertés pour assurer une certaine cohérence autour de l'émergence de ce genre de projet, ainsi qu'une saine gouvernance au sein même du fonctionnement interne d'un tel quartier. Par exemple, de nombreux acteurs (élus, agents de développement, industriels, décideurs en tout genre) devront revoir certains aspects législatifs contraignants afin de faciliter l'instauration des changements de comportement et l'émergence des quartiers écologiques en milieu rural. Puis, les décisions d'aménagements et de fonctionnement doivent considérer la réalité du milieu rural et inclure les questions de financement, de présence d'expertise et de main-d'œuvre qualifiée en région, de la multidisciplinarité essentielle à la réussite du projet, ainsi que du choix des matériaux, de l'équipement et autres aspects techniques à mettre en œuvre.

4.1. La divergence des besoins

Le calcul de la capacité de support d'un milieu, l'hétérogénéité, la connectivité, ainsi que la conservation de l'intégrité optimale du milieu seront dépendants des variables intrinsèques au milieu rural choisi. Il s'agit d'estimer localement la capacité d'approvisionnement en eau et en énergie du territoire sélectionné. Une fois ces résultats obtenus, il devient plus aisé d'utiliser les outils déjà existants tels que les systèmes de modélisation pour effectuer ces

calculs. Or, la difficulté première réside en l'estimation même des besoins d'une population. D'une région à une autre, les besoins varient considérablement selon la culture et les habitudes de vie de la population locale et il devient ardu d'établir objectivement ces besoins. Il est clair que les seuils à fixer ne seront pas identiques pour une population québécoise, chinoise ou africaine en milieu rural. La quantité d'énergie ou la qualité d'eau minimale requise par exemple varieront selon la situation géographique. La réalité temporelle est également à prendre en considération puisque les besoins évoluent à la baisse ou à la hausse, et doivent être ajustés continuellement.

Bien qu'il y ait une grande divergence entre les besoins et que cette divergence engendre des difficultés au niveau de l'estimation de la meilleure façon de répondre aux enjeux liés à l'émergence d'un développement domiciliaire écologique, il sera probablement possible d'extrapoler certaines variables à des projets possédant des similarités. Par exemple, une fois le ratio énergétique de base calculé par personne pour une zone climatique et géographique particulière donnée, ce ratio sera applicable à d'autres projets semblables. Plus il y aura d'aménagements réalisés, plus la démarche de calcul s'allègera et plus il deviendra possible de modéliser les caractéristiques des projets.

Cette approche et son adaptation temporelle demanderont des modifications préalables au mode de vie actuel des populations. Les 3RV et les 3NJ doivent être appliqués dès maintenant au niveau de l'énergie, de l'eau, de l'alimentation humaine, des déchets, de la conservation de l'intégrité du milieu et de la biodiversité, de manière à ce que la qualité de vie soit promptement améliorée. En effet, cela aura pour effet d'optimiser les besoins et de cerner plus précisément les réelles nécessités des populations visées. Par exemple, l'eau est présentement sur-utilisée, gaspillée et polluée. La quantité et la qualité d'eau utilisée actuellement ne constituent donc pas un barème adéquat pour le calcul des besoins des individus. Une modification dans les habitudes de vie doit donc être entreprise. Pour ce faire, des changements de comportements doivent être amenés.

4.2. Les changements de comportement

Engendrer un changement, aussi minuscule soit-il, dans le comportement d'autrui constitue probablement le plus gros défi pour les projets de tout type. L'aménagement des développements domiciliaires écologiques doit aussi surmonter cette aspiration

d'envergure pour atteindre l'acceptabilité et l'instauration d'un mode de vie représentatif des écosystèmes matures. Ces changements pourront également être nécessaires au maintien, au fonctionnement et à l'entretien de ces développements.

L'adoption d'un nouveau comportement social demande de passer par quatre grandes étapes, soit la précontemplation, la contemplation, l'action et le maintien. L'étape de la précontemplation est un moment clé où des efforts de sensibilisation du public seront effectués. Cette sensibilisation peut être réalisée de différente manière et par différents médias, mais doit avant tout mettre de l'avant les avantages personnels de chacun et s'inscrire dans les valeurs fondamentales du public cible. Cette sensibilisation doit d'abord mettre en lumière un malaise qui touche tout le monde, en indiquant clairement les raisons de ce malaise. Puis elle doit proposer un éventail de choix pratiques et rapides (des solutions) pour réaliser ce changement, ce qui facilitera l'intégration des objectifs aux styles de vie de tous. Vient ensuite l'étape de la contemplation. L'individu est sensibilisé et évolue alors vers la compréhension et la motivation d'engendrer ces changements. Il comprend les nombreux avantages économiques, sociaux et environnementaux qu'introduit ce changement. La troisième étape, nommée l'action, incorpore l'engagement du citoyen envers lui-même, sa communauté et le futur. Ces interventions mènent à des décisions éclairées et à de nombreuses actions. C'est à ce moment qu'il mettra en pratique les 3RV et les 3NJ, tout comme de nombreux autres changements. Cette étape est généralement déterminante puisqu'il devient plus facile de répéter un geste ou une action une fois qu'un premier pas a été réalisé. Les solutions s'intègrent mieux lorsqu'un modèle déjà éprouvé peut immédiatement être testé et mis en pratique par chaque individu. Enfin, l'étape du maintien demande une répétition de ces actions. Que ce soit au quotidien ou périodiquement, le changement est maintenant enraciné dans le mode de vie de l'individu. Il sera aussi enclin à influencer son entourage pour modifier les comportements et obtenir une reconnaissance positive de ses efforts. Toutefois, la progression d'une étape à l'autre, tout comme la régression sont possibles. Cette étape n'est donc pas une finalité en soi et des efforts doivent être déployés pour le maintien d'un comportement nouveau. (Legendre, 2010)

La difficulté de franchir les différentes étapes pour introduire un changement de comportement peut donc être perçue comme limitante pour l'application du concept. De plus, ces changements de comportement sont nécessaires à plusieurs niveaux et dans

différentes sphères liées à l'émergence ou au fonctionnement du quartier. Concernant la gestion de l'eau par exemple, il serait possible de réaliser certains changements tels que réduire le volume utilisé et la durée de puisage, diminuer la pression au point d'alimentation ou même diminuer le débit d'eau. Ces actions peuvent aussi être faites parallèlement au choix de la source d'approvisionnement (surface/ souterraine) et de traitement de l'eau. En somme, les actions possibles sont nombreuses et diversifiées et peuvent être reliées à différentes raisons humaines, techniques, décisionnelles, environnementales, économiques, etc. Il suffit de trouver les arguments nécessaires selon la population ciblée. La réussite de ces changements de comportements sera plus facilement atteinte s'ils sont également soutenus par la participation et l'engagement de plusieurs parties prenantes de la collectivité.

4.3. La participation et l'engagement

La participation et l'engagement dans un projet engendrent plusieurs avantages. Ils rendent aux individus le contrôle de leur propre vie, en diminuant la dépendance et en renforçant leur autonomie. Ils créent des opportunités permettant aux individus de résoudre leurs problèmes. L'impression d'accomplissement, d'influence et de contrôle sont renforcés. Ils aident également à garantir que les interventions soient appropriées et efficaces au sein du quartier, puisque ces standards sont établis par les acteurs mêmes du quartier. Cela crée un environnement de confiance plus ouvert, rempli de respect et de transparence. En apportant leurs points de vue et leur contribution, les acteurs permettent de tendre plus facilement vers les objectifs du développement domiciliaire écologique. La communauté sera par exemple plus apte et plus désireuse d'appliquer les principes des 3RV et des 3NJ, et le maintien des changements de comportements sera ainsi optimisé. Puis, la participation et l'engagement permettent le développement de compétences multiples, tout individu, âge, sexe, conditions physiques ou statut social confondus. Le quartier est alors riche en savoir, en savoir-être et en savoir-faire (Fédération des EPL, s.d.). Le sentiment d'appartenance des citoyens du quartier grandit et une meilleure viabilité économique, sociale et environnementale est possible (International Living Future Institute, 2010; USGBC, 2009; Kenworthy, 2006).

Malgré ces nombreux avantages, il peut être difficile de recruter et de soutenir ce désir de participation et d'engagement, ce qui constitue une limite au développement domiciliaire

écologique. Cela suppose d'engendrer une démarche partenariale active impliquant entre autres les élus, les usagers, les résidents, les professionnels de l'aménagement, de la construction et autres acteurs environnementaux (Fédération des EPL, s.d.). Il est possible de faciliter l'intégration de tous en permettant la participation et l'engagement de la communauté dès le début de l'aménagement. En effet, les habitants et usagers peuvent s'approprier le projet en participant à son élaboration, sa conception, sa mise en œuvre, son contrôle et son suivi (Charlot-Valdieu et Outrequin, 2011). Cette participation peut être sous forme de consultations, d'échanges d'informations, de prise de responsabilités ou simplement passivement. Les élus et la municipalité doivent également s'y impliquer pour le bien-être de ses citoyens. Ils ont le devoir de soutenir les projets communs favorables, le sentiment d'appartenance, les investissements personnels et financiers. Ils doivent faciliter et encourager la sensibilisation du public et doivent s'assurer que les priorités politiques, sociales et économiques sont fondées sur un consensus établi par la population (Charlot-Valdieu et Outrequin, 2011). Cela signifie par exemple que l'allocation des ressources pour le développement du quartier doit faire l'objet d'un processus décisionnel, et ce, en présence de toutes les parties prenantes liées au développement du quartier. En ce sens, les élus doivent s'assurer que les dispositions législatives et réglementaires définissent les modalités de la concertation convenablement.

Pour favoriser la participation des parties prenantes du développement domiciliaire écologique et pour soutenir leur engagement, le quartier doit être doté d'une stratégie. Charlot-Valdieu et Outrequin (2011) proposent 9 actions en ce sens, qui sont présentées dans le Tableau 4.1.

Tableau 4.1 Actions indispensables, nécessaires et recommandées pour favoriser la participation à un projet.

(modifié de Charlot-Valdieu et Outrequin, 2011)

Actions indispensables

afin de créer les conditions pour que les habitants soient des partenaires de l'action publique

1. Pour les habitants dans le diagnostic du territoire :

- Inscrire la participation dans le cahier de charges du diagnostic
- Mettre en évidence les ressources humaines du quartier
- Restaurer la confiance et la crédibilité en répondant aux demandes facilement accessibles

2. Concernant le système d'information :

- Laisser exprimer les contradictions
- La résistance des maîtres d'ouvrage à accepter la contradiction et le compromis exige la mise en place d'un critère d'évaluation de l'action publique sur cet aspect
- Traiter l'information sur des modes diversifiés
- Constituer des ateliers de travail urbain ou ateliers de coproduction
- Éviter le jargon trop technique ou administratif sans pour autant éviter la complexité

3. Pour le système d'évaluation :

- Définir un mode de suivi collectif du projet
- Procéder à une évaluation indépendante au bout d'un temps déterminé

Actions nécessaires

à la mise en œuvre opérationnelle de la participation des habitants

4. Cogestion des services du quartier :

- Faire que la gestion urbaine actualise régulièrement ses modes de faire et son organisation du travail en fonction des contraintes et des évolutions de la vie rurale
- S'appuyer sur des réseaux d'habitants et d'usagers et les associer aux chartes ou conventions d'objectifs

5. Coproduction des services du quartier :

- Faire que les nouveaux services ou actions intègrent les pratiques privées, sociales et publiques des citoyens
- Faire des habitants les coconcepteurs d'un projet à travers des ateliers de production, de forums, etc.

6. Démarche qualité des professionnels :

- Mettre dans les cahiers des charges des entreprises une obligation de qualité de service
- Former les parties prenantes à la concertation

Actions recommandées

pour soutenir l'initiative et la création d'activités par les habitants

7. Le soutien aux projets d'habitants :

- Soutenir les microprojets venant d'associations et d'habitants et entrant dans le cadre du renforcement du projet

8. Le soutien à la création d'activités :

- Un repérage des potentiels de création
- Un appui aux créateurs en terme d'aide financière, à la gestion ou du marketing

9. La valorisation du bénévolat :

- Se donner les moyens de la participation (formation des personnes, voyages de formation, d'échanges, etc.)

Au-delà de ces actions, il importe de comprendre que certaines stratégies pour favoriser la participation des parties prenantes sont influencées par d'autres instances et sont liées à d'autres échelles territoriales que celle du quartier. En effet, le développement du quartier pourrait être limité par la nécessité d'établir de bonnes politiques ou de modifier la législation actuelle pour permettre l'essor des changements de comportement, de la participation et l'engagement citoyen ainsi que le développement même d'un nouvel aménagement représentatif des écosystèmes matures.

4.4. Le cadre juridique, normatif et politique

Des limites législatives et politiques peuvent contraindre l'accessibilité aux changements de comportement ou à la participation citoyenne. Certaines lois, politiques, normes, règlements, plans et schémas nécessiteraient quelques mises à jour, restructurations ou même une réévaluation des différents objectifs pour correspondre aux besoins et à la réalité des développements domiciliaires écologiques. La création tout comme l'abolition de quelques parties de ceux-ci seraient aussi appropriées puisque les sections avérées absentes ou désuètes engendrent actuellement des discordances. C'est le cas de certaines normes établies pour le traitement des eaux usées, qui ne permettent pas l'installation de systèmes alternatifs pouvant être tout aussi efficaces et beaucoup plus écologiques. De même, le code du bâtiment est constitué de normes qui limitent l'utilisation de matériaux nouveaux et établit des quantités minimales et des mesures précises pour la construction des habitations. Ces lois, politiques, normes, règlements, plans et schémas sont bien entendu établis pour protéger les biens et les droits de tous, mais peuvent à l'occasion empêcher l'innovation et le développement de stratégies d'aménagement écologiques à court et moyen long terme.

Afin de contrecarrer ces aspects négatifs, il importe d'inclure les dirigeants d'un plus grand nombre de disciplines et sphères sociales dans les décisions d'aménagement domiciliaires écologiques pour apporter une cohérence entre les lois, politiques, normes,

règlements, plans, schémas et les principes de développement durable. Ils seront alors plus en mesure de comprendre et d'intervenir en fonction des besoins. Puisqu'il est aussi important d'établir de bonnes pratiques que de bonnes politiques, il est nécessaire d'agir dès maintenant et d'être proactif au niveau de la législation et de la politique du territoire, car ces processus peuvent être longs et complexes à mettre en place (Charlot-Valdieu et Outrequin, 2011).

4.5. La réalité rurale

La réalité rurale peut être perçue comme une limite à l'aménagement et au fonctionnement d'un développement domiciliaire écologique. Cela inclut notamment les moyens financiers attirés aux milieux ruraux. Ces moyens sont généralement corrélés avec les objectifs du projet. Puisque le promoteur urbain visera davantage à faire des profits, tandis que le promoteur rural sera plutôt réclamé pour dynamiser son milieu, il peut-être difficile de trouver des investisseurs pour les milieux ruraux. Les projets de développements domiciliaires écologiques développés selon le modèle d'écosystème mature peuvent également nécessiter un investissement de départ légèrement supérieur, en raison de la recherche supplémentaire demandée par la démarche du biomimétisme (Creiser, 2008). Par contre, les quartiers écologiques pourraient rapidement devenir rentables par l'application des principes des 3RV et des 3NJ. Il s'agit alors de démontrer la pertinence et la rentabilité de ces projets aux différentes parties prenantes, de manière à ne pas simplement toujours rechercher et encourager les profits à court terme.

Outre les moyens financiers, il faut considérer que le manque d'expertise et de main-d'œuvre qualifiée en région peut contraindre et complexifier la construction et l'entretien de ces développements domiciliaires. Des formations et des mesures incitatives à venir s'établir dans ces régions doivent être fournies. Il s'agit entre autres d'élaborer des formations professionnelles destinées à l'ensemble des catégories impliquées : architectes, ingénieurs, artisans, urbanismes, environnementalistes, etc. (Chouvet, 2007). Il est aussi possible d'introduire les valeurs du quartier au cursus scolaire des jeunes enfants pour le bénéfice à long terme de la collectivité. Les habitants du quartier doivent également mener à bien certaines responsabilités, dont agir et s'instruire pour développer leur expertise. Cette éducation et cette responsabilisation permettront l'entrée d'un aspect multidisciplinaire important. Cette complémentarité est essentielle au sein du

quartier pour la réussite de l'aménagement et un échange de services doit être encouragé entre les différents territoires (Chouvet, 2007). En ce sens, le développement d'un *Think tank* (traduction libre : réservoir de réflexion) régional serait pertinent, puisque ces regroupements d'individus de plusieurs domaines permettent l'émergence d'un bon nombre d'idées (CONTACT, 2010).

Le manque d'expertise peut aussi se refléter dans la disponibilité de certains produits ou techniques nécessaires à la mise en œuvre du développement domiciliaire écologique sous forme d'écosystème mature. En effet, l'imitation des performances de la nature requiert parfois certaines techniques, matériaux ou produits manufacturés qui vont à l'encontre de l'offre actuelle (le moins dispendieux, facilement et rapidement consommable, etc.). L'apport de ces nouveaux produits et techniques en région peut donc représenter une difficulté supplémentaire s'ils sont demandés en faible quantité, entre autres en raison de la logistique de transport et des coûts que cela représente. Les changements de comportements seront la clef majeure dans ces cas. La création de coopératives ou même d'expertises régionales pourra être une stratégie également envisageable.

Enfin, il faut savoir que ces limites, soit la divergence des besoins, la nécessité des changements de comportements, la participation et l'engagement, le cadre juridique, normatif et politique, ainsi que la réalité rurale sont quelques exemples d'embûches qu'il est possible de rencontrer lorsqu'un projet aussi innovateur et porteur d'avenir que les développements résidentiels écologiques représentatifs des écosystèmes matures est proposé. Cependant, il existe un nombre infini de solutions et de stratégies pour les surmonter. Il s'agit de réussir à créer un nouveau dynamisme tout au long de la chaîne de valeurs et de production qui mènera le projet jusqu'à sa concrétisation sur un site.

5. POURSUIVRE LE DÉVELOPPEMENT DU CONCEPT

Ce chapitre fait état des recommandations liées à l'utilisation du biomimétisme, de l'aménagement des quartiers écologiques, ainsi que de l'application du concept d'écosystème mature comme modèle pour les développements domiciliaires écologiques en milieu rural. Ces conseils sont proposés pour permettre de poursuivre les démarches de cet essai, d'améliorer l'aménagement des espaces de vie et de répondre aux différents besoins actuels.

5.1. Recommandations en terme de biomimétisme

L'être humain doit bien comprendre son milieu et réaliser le potentiel que peut offrir le biomimétisme pour régler les problèmes environnementaux actuels, éviter les impacts négatifs futurs dus à ses activités et trouver une solution alternative plus durable à l'aménagement du milieu. Il faut ainsi agir dès maintenant, essayer diverses technologies et effectuer les suivis scientifiques qui s'imposent pour atteindre les résultats espérés. L'étude des processus naturels est également nécessaire pour perfectionner les connaissances actuelles. La biologie des espèces, les services rendus, la dynamique des populations et les interactions au sein des écosystèmes sont tous des sujets qui doivent faire l'objet d'un plus grand intérêt pour les chercheurs et la population en général. La recherche et le développement dans ce domaine favoriseront grandement l'essor de cette discipline et aideront à faire ressortir d'autres modèles, de nouvelles technologies et de nouveaux champs d'application.

De plus, il est pertinent de favoriser le transfert de ces connaissances. En effet, il existe de nombreuses avancées dans le domaine, mais peu de communication est faite pour établir une collaboration entre les différents champs d'application et permettre l'évolution du domaine. Les innovations sont réalisées individuellement et les publications sont difficiles à retracer à l'heure actuelle. La création de regroupements multidisciplinaires permettrait de rassembler les informations, de développer de nouvelles idées et permettrait collectivement de régler différentes problématiques environnementales, sociales et économiques.

Il serait par ailleurs avantageux d'introduire les notions du biomimétisme et les nombreux avantages qu'il comporte à l'ensemble des disciplines. Par exemple, les architectes, les urbanistes, les biologistes, les gestionnaires, les politiciens et autres pourraient utiliser ce concept au sein de leur profession. La sensibilisation et l'éducation de la population s'avèrent donc être la clef pour atteindre cet objectif. Cette démarche permet également d'induire des changements de comportements de toutes sortes puisqu'ils seront soutenus par la participation et l'engagement de tous.

5.2. Recommandations au niveau des quartiers écologiques

Il est criant de favoriser l'établissement d'aménagements écologiques pour développement des régions et la durabilité de ces quartiers. Certes, les modèles proposés par les certifications, les normes, les démarches et les guides offrent des alternatives aux constructions actuelles, mais il serait davantage bénéfique d'introduire ces modèles écologiques comme fondement premier des aménagements d'aujourd'hui. Vu les nombreux avantages soulevés dans les précédents chapitres, cette expansion idéologique est des plus pertinente. Cela permettrait également d'engendrer une certaine cohérence entre les lois, politiques, normes, règlements, plans, schémas adoptés et les principes de développement durable.

Il est aussi recommandé de doter les municipalités de moyens économiques adéquats pour financer la construction de ces quartiers. La ville de Gatineau par exemple, subventionne actuellement les logements LEED pour les habitations (BL Écoconstruction, 2012). Il serait alors possible d'offrir ce genre de compensations pour encourager la construction de quartiers écologiques de toutes sortes, sans distinctions ou affiliations avec les certifications, normes, démarches et guides existants. De cette façon, ce type de projet provenant d'initiative privée ou publique serait admissible et pourrait prendre forme plus facilement. Des études de marché pourraient entre autres venir appuyer ces demandes et pourraient corroborer les évaluations de rentabilité de ces développements.

En même temps, il est pertinent d'inciter et d'accroître les efforts de certifications, d'application de normes révisées, d'adoption de démarches et de production de guides en ce moment déployés, puisque la combinaison de ces mesures est préférable à la valorisation d'une seule. D'autres initiatives telles que le développement de programmes

gouvernementaux ou privés seraient tout aussi appréciées. Il s'agit par exemple de programmes pour optimiser l'efficacité de l'aménagement des quartiers et des installations qui en découlent. Complémentairement à cela, il est impératif d'encourager la recherche sur ces sujets et, parallèlement, de favoriser l'essor de projets pilotes sur différents territoires et milieux.

5.3. Recommandations pour l'application du biomimétisme dans l'aménagement et le fonctionnement d'un développement domiciliaire écologique en milieu rural

Pour ce qui est de l'application du concept d'écosystème mature à l'aménagement et au fonctionnement de développements domiciliaires écologiques en milieu rural, c'est indéniablement l'offre pour ce type de projet qui limite actuellement leur émergence. Il serait alors approprié de chercher une reconnaissance auprès d'institutions et auprès de la population pour permettre une meilleure visibilité de ce concept. Cela donnerait le coup d'envoi pour ce type de projet, en plus de favoriser leur implantation et leur valorisation. La recherche de financement, la sensibilisation du public et le développement de programmes, de récompenses ou de certifications par exemple, seront aussi moins ardues avec cette reconnaissance. Ultiment, il sera possible de voir ce genre d'initiatives se généraliser au travers de nouveaux projets pilotes.

Il est également opportun de réfléchir à d'autres modèles tirés de la nature pour les développements domiciliaires écologiques et les infrastructures qui s'y trouvent. Cette démarche pourrait aussi être effectuée dans le but d'améliorer et de renforcer le modèle proposé de manière à exclure les incertitudes et les lacunes potentielles. Des suivis fondamentaux et appliqués seraient donc essentiels afin de peaufiner les applications concrètes de ce concept en milieu rural. La création d'essais, de livres, de thèses et autres ouvrages complémentaires, constituent d'autres actions possibles à entreprendre pour agrémenter la littérature existante et approfondir la recherche dans le domaine. Une variété de sujets pourrait être traitée, allant des éléments techniques, financiers, organisationnels, communicatifs, sociaux, environnementaux, aux aspects de mise en œuvre et de fonctionnement, etc. Par la même occasion, cela aura pour effet d'augmenter l'expertise québécoise en la matière.

Les nombreux bénéfices que procurent les développements domiciliaires écologiques basés sur les écosystèmes matures soulèvent également la nécessité de diffuser ce modèle. Il est possible de constater que les projets pilotes diffusés sur des sites internet attractifs et par plusieurs médias dynamiques ont bénéficié d'une plus grande popularité et ont vu la demande pour leur projet augmenter. La mise en valeur des projets par la diffusion de leurs objectifs s'avère donc visionnaire et favorable pour leur notoriété.

L'application des stratégies discutées dans le chapitre 4 est également essentielle pour la réussite des projets de développement domiciliaires écologiques en milieu rural. En ce sens, il est important d'établir un plan d'action détaillé et complet lors de l'élaboration d'un aménagement de ce type. L'élaboration de stratégies et de plans d'action mène à la concrétisation des engagements des différentes parties prenantes, ainsi qu'à l'affirmation des valeurs et des besoins qui doivent être comblés au sein du quartier. Ces actions permettent aussi de hausser les standards des prochains développements domiciliaires écologiques et d'encourager l'amélioration continue de ces nombreux concepts. L'actualisation constante des connaissances par la diffusion des retours d'expérience permettra l'amplification de leur application à court et long terme. Ainsi, l'offre sera appelée à s'adapter selon la demande et les technologies présentes.

CONCLUSION

Les transformations imposées au milieu naturel par l'être humain engendrent de nombreuses perturbations trop souvent négatives et irréversibles. Le biomimétisme l'aiderait à réintégrer plus harmonieusement l'environnement, en observant les bons coups de la nature et en cherchant à les adapter et à les appliquer à son mode de vie. Une description du biomimétisme a donc d'abord été effectuée et quelques avancées dans ce domaine permettant de percevoir l'ampleur, l'importance et l'utilité de celui-ci pour l'être humain ont été présentées. Puis, l'aménagement des quartiers écologiques en milieu rural a été abordé, incluant une description du quartier écologique, les outils d'aménagement et quelques projets.

Le biomimétisme a par la suite été intégré aux développements domiciliaires écologiques, soit des quartiers écologiques exempts de secteurs exclusifs extrêmement spécialisés (commerciaux et industriels), qui correspondent davantage à la réalité des milieux ruraux. Plusieurs enjeux, dont l'énergie, l'eau, la nourriture, les déchets, l'intégrité du milieu et la biodiversité ainsi que la qualité de vie des habitants ont été déterminés. De là, un modèle tiré de la nature a été identifié pour diminuer les impacts écologiques et pour améliorer les impacts socioéconomiques attachés à ces enjeux. C'est en extrayant les principes logiques et efficaces issus de l'écosystème mature que cet essai a démontré théoriquement l'efficacité de ce modèle. Certains concepts retrouvés dans ces écosystèmes, tels que la capacité de support du milieu, l'hétérogénéité et la connectivité au sein de l'environnement ont été respectivement appliquées aux composantes ciblées relatives à l'aménagement de site du quartier écologique (e.g. : sélection du site, densification, mixité des usages, connectivité et préservation de l'intégrité du milieu).

Des stratégies ont été proposées pour résoudre les limites d'application potentielles du concept présenté, soit la divergence des besoins des populations, les changements de comportements, la participation et l'engagement, le cadre juridique, normatif et politique, de même que la réalité rurale. Puis, des recommandations relatives au biomimétisme, à l'aménagement des quartiers écologiques, ainsi qu'à l'application du concept d'écosystème mature ont été effectuées dans le but d'aménager plus durablement les développements domiciliaires.

En somme, l'objectif était d'analyser la possibilité d'appliquer le biomimétisme dans l'aménagement et le fonctionnement des développements domiciliaires en milieu rural. Cet essai répond positivement à la problématique et permet de soulever certains éléments majeurs essentiels à appliquer dans une perspective de développement durable. Les principes des 3RV et des 3NJ doivent être adoptés au quotidien, vis-à-vis l'ensemble des enjeux déterminés de manière à moins et mieux consommer, en plus d'adapter la consommation des biens et des services selon les besoins réels de l'être humain. La densité d'habitant doit également être ajustée en estimant la capacité de support du milieu du point de vue de l'énergie potentiellement produite et de l'eau potentiellement disponible par unité de surface pour combler les besoins de fonctionnement du développement domiciliaire écologique et pour respecter la capacité naturelle du milieu à fournir ces flux. De même, la complexité, la diversité et la mixité naturelles des communautés vivantes et des usages doivent être respectées pour bénéficier des répercussions positives et obtenir un plus grand nombre de services, comme une plus grande résistance aux perturbations, une économie plus solide à long terme, des échanges sociaux de qualité ou une amélioration de la production alimentaire locale. Puis, l'intégrité du milieu doit être conservée autant que possible afin de maintenir la connectivité des habitats et sauvegarder la biodiversité pour assurer la continuité des mécanismes naturels.

Enfin, ce concept valorisant l'efficacité et l'organisation des espaces de vie ne doit pas être perçu comme marginal. Il doit plutôt être vu comme une démarche complémentaire pour une société plus équilibrée visant l'amélioration continue et non la croissance infinie grâce à une nouvelle façon de penser et de créer. En étant conscient de l'état actuel de la planète, en connaissant sa capacité à comprendre les faits dans leurs moindres détails et à mettre toute sa science et sa technologie en œuvre pour tendre vers des solutions, il ne fait pas de doute que l'être humain peut résoudre les problématiques environnementales, sociales et économiques auxquelles il se confronte actuellement. Le « bon sens » issu de la « recherche et du développement » que la nature effectue depuis des milliards d'années est à portée de main et doit inspirer dès maintenant les innovations favorisant un milieu de vie durable pour les générations futures. Il reste à être cohérent et à passer à l'action.

RÉFÉRENCES

- ARTE (s.d.). *L'ecovillage : Le village écoleau d'Aldinga Arts*, [En ligne].
<http://www.podcast.tv/video-episodes/2-ecovillage-le-village-%C3%A9col-eau-5222594.html> (Page consultée le 01 mars 2012).
- Association des aménagistes régionaux (s.d.). *L'aménagement du territoire*, [En ligne].
<http://www.aarq.qc.ca/index.php> (Page consultée le 22 février 2012).
- Association HQE (s.d.). *HQE Aménagement*, [En ligne].
<http://assohqe.org/hqe/spip.php?rubrique12> (Page consultée le 28 février 2012).
- Aydalot, P. (1985). *Économie régionale et urbaine*. Paris, Collection Economie, 487 p.
- Barutel, L. (2011). *Eco habitat: l'urbanisme du futur, Compte-rendu, Tink Tank européen Pour la solidarité*, [En ligne].
http://www.pourlasolidarite.eu/IMG/pdf/EcoHabitat_urbanismedufutur.pdf (Page consultée le 9 décembre 2011).
- Beatley, T. (2000). *Green urbanism : learning from european cities*, Washington, Island Press, 491 p.
- Benyus, J. M. (2011). *Biomimétisme, Quand la nature inspire des innovations durables*. Paris, Collection Initial(e)s DD, Édition Rue de l'échiquier, 400 p.
- Biomimicry Institute (2010). Naissance et renaissance des objets : Écoconception | Le biomimétisme. *In* Consom'attitude, [En ligne]. <http://consomattitudes.capsciences.net/node/130> (Page consultée le 30 octobre 2011).
- BL Écoconstruction (2012). Foire aux questions. *In* Écoconstruction. *Site d'Écoconstruction*, [En ligne]. <http://www.bl-ecoconstruction.com/foire-aux-questions> (Page consultée le 6 juin 2012).
- Bordeaux developments (2011). *Harmony rocky view country*, [En ligne].
<http://www.liveinharmony.ca/open-space.html> (Page consultée le 28 février 2012).
- Charlot-Valdieu, C. et Outrequin, P. (2011). *L'urbanisme durable : Concevoir un écoquartier*. 2^e édition, Paris, Éditions LeMoniteur, 311 p.
- Charmes, E. (2010). *Effet de mode ou solution durable? La densification en débat*. Institut français d'urbanisme. Études foncières, n°145, mai- juin 2010.
- Chercher le courant* (2010). Boisclair, N., Gheldere, A., McCready, D. et Dupuis, R., réalisateurs, Productions du Rapide-blanc, DVD (86 min).
- Chouvet, C. (2007). Les quartiers durables : un exemple de démarche intégrée et participative. *In* Comité 21, [En ligne]. <http://www.comite21.org/docs/territoires-durables/ville-durable/les-quartiers-durables.pdf> (Page consultée le 20 février 2012).

- Commissariat général au développement durable (2010). Coûts et avantages des différentes formes urbaines : synthèse de la littérature économique. *In Études et documents*, no 18. *Commissariat général au développement durable*, [En ligne]. <http://www.developpement-durable.gouv.fr> (Page consultée le 20 février 2012).
- CONTACT (2010). *Projets de développement d'écoquartiers : offre de services générale*. CONTACT Innovation, 16 p.
- Creiser, C. (2008). Le biomimétisme est-il l'avenir du développement durable. *In Développement durable. Publications. Pour la solidarité*, [En ligne]. http://www.pourlasolidarite.eu/IMG/pdf/WP2008_09biomimetisme.pdf (Page consultée le 29 octobre 2011).
- Desslborg, O. (2010). Imiter la nature pour une nouvelle révolution industrielle. *In Actualité du 6 juillet 2010. Le Temps 2009*, [En ligne]. <http://www.letemps.ch/Page/Uuid/60cd3a5c-8877-11df-9131-bd2c20791922> (Page consultée le 30 octobre 2011).
- Diry, J.P. (2002). *Les espaces ruraux*, Paris, Armand Colin, 189 p.
- DocksideGreen (2012). *Dockside Green*, [En ligne]. <http://www.docksidegreen.com/Home.aspx> (Page consultée le 01 mars 2012).
- Fédération des EPL (s.d.). *Fédération des entreprises publiques locales*, [En ligne]. <http://www.lesepl.fr> (Page consultée le 28 février 2012).
- Gancille, J.M (2011). *Biodiversité et écoquartiers : pour une approche écosystémique de l'urbanisme*, [En ligne]. <http://www.eco-quartiers.fr/#!/fr/blog/2011/10/biodiversite-et-ecoquartiers-pour-une-approche-ecosystemique-de-l-rsquo-urbanisme-47/> (Page consultée le 17 janvier 2012).
- Girling, C. et Kellett, R. (2005). *Skinny streets and green neighbourhoods: design for environment and community*. Washington, Island Press, 173 p.
- Green World Investor (2011). *Lavasa A Township built on Sand: How the Politics-Business Nexus Colluded to give Birth to this Environmental Disaster*, [En ligne]. <http://www.greenworldinvestor.com/2011/05/02/lavasa-a-township-built-on-sand-how-the-politics-business-nexus-colluded-to-give-birth-to-this-environmental-disaster> (Page consultée le 09 février 2012).
- International Living Future Institute (2010). *Living building challenge 2.0: A Visionary path to a restorative future*, [En ligne]. <https://ilbi.org/lbc> (Page consultée le 22 février 2012).
- Kenworthy, J.R. (2006). The eco-city : ten key transport and planning dimensions for sustainable city development. *Environment and Urbanization*, vol. 18, no°1, p. 67-85.
- Legendre, S. (2010). Marketing : Principes de bases et Marketing social. *In Cours Management en environnement ENV 801 (séance 5)*. Sherbrooke, Université de Sherbrooke, Centre universitaire en environnement.

- Leroy, E. (2009). *Biomimétisme : quand l'architecture veut imiter la nature*, [En ligne]. <http://www.place-publique.fr/spip.php?article5396> (Page consultée le 29 novembre 2011).
- Lindenmayer, D.B. et Fischer, J. (2006). *Habitat fragmentation and landscape change : an ecological and conservation synthesis*. London, Island Press, 328 p.
- Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, L.R.Q., c. A-19.1
- Malenfant, E.C., Milan, A. et Charron, M. (2007). Changements démographiques au Canada de 1971 à 2001 selon un gradient urbain-rural. In Statistiques Canada, [En ligne]. <http://www.statcan.gc.ca/pub/91f0015m/91f0015m2007008-fra.pdf> (Page consultée le 15 février 2012).
- MAMROT (2010). Développement régional et rural. In Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du Territoire, [En ligne]. <http://www.mamrot.gouv.qc.ca/> (Page consultée le 15 février 2012).
- Marchand, C. (2012). La ville de demain, Rapport de recherche réalisé pour le compte du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, 282 p.
- Morinière, A. (2009). *Le biomimétisme pour un design durable*, Thèse de doctorat, ENSAD, Paris, France, 145 p.
- Olivier, M. J. (2010). *Matières résiduelles et 3RV-E*. 3^e édition, Québec, Les productions Jacques Bernier, 308 p.
- Ramade, F. (2009). *Éléments d'écologie: écologie fondamentale*. 4^e édition, Paris, Éditions Dunod, 689 p.
- Réseau solidaire des énergies (2007). Le biomimétisme : quand l'industrie s'inspire de la nature pour mieux la respecter. In Architecture, Le futur de l'architecture? *Réseau solidaire des énergies*, [En ligne] <http://resosol.org/SolPass/architecture/futur.html> (Page consultée le 30 octobre 2011).
- Schuiten, L. (2010). Vegetal City : a vision by Luc Schuiten. In Cité végétale, exposition, dossier pédagogique [En ligne]. http://www.citesvegetales.com/vegetal_city.pdf (Page consultée le 11 janvier 2012).
- Smith, R.L. et Smith, T.M. (2001). *Ecology and field biology*. 6^e édition, New York, Éditions Benjamin Cummings, 771 p.
- Statistiques Canada (2005). Les zones urbaines empiètent sur les terres agricoles à fort rendement 1951 à 2001. In Statistiques Canada. *Étude*, [En ligne]. <http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/050131/dq050131c-fra.htm> (Page consultée le 14 février 2012).
- The Ecovillage (2012). *The ecovillage at Currumbin*, [En ligne]. <http://theecovillage.com.au/site/index.php/village/2/> (Page consultée le 01 mars 2012).

- Tremblay, S. (1999). *De l'écodéveloppement au développement communautaire viable: la contribution des approches écologiques pour la revitalisation des milieux urbains et ruraux*. Collection Travaux et études en développement régional, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec, 48 p.
- USGBC (2009). *Green Neighborhood Development*. Édition 2009, Washington DC, U.S. Green Building Council, 473 p.
- Vézina, G., Blais, P. et Michaud, C. (2003). Les collectivités viables en milieu rural : bref regard sur les enjeux et sur certaines pistes d'action. *In* Ministère des Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire pour le Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir 2003, [En ligne]. www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/.../veille/collectivites_tire_a_part.pdf (Page consultée le 20 février 2012).
- Vigneau, J-P. (2005). *Climatologie*. Paris, Éditions Armand Colin, 199 p.
- Westhills (2012). *Westhills*, [En ligne]. <http://www.westhillsbc.com/in-the-community> (Page consultée le 01 mars 2012).
- Zari, M.P. (2010). Biomimetic design for climate change adaptation and mitigation. *Architectural science review*, vol. 53, p.172-183.

BIBLIOGRAPHIE

- Boisvert, M. A. et Negrón Poblete, P.A. (2004). *L'urbain : Un enjeu environnemental*. Québec, Presses de l'Université du Québec, 242 p.
- Caron, A. et Blais, P. (2009). Les outils d'urbanisme au service du "quartier durable" document de veille. *In* Affaires municipales, régions et occupation du territoire, Collection, [En ligne]. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/1945696> (Page consultée le 8 avril 2012).
- Cary, P. et Joyal, A. (2010). *Penser les territoires : en hommage à Georges Benko*. Québec, Presse de l'Université du Québec, 343 p.
- Chevallard, C. et Guenoun, P. (2006). Les matériaux biomimétiques. *In* Société Française de Physique, publications, [En ligne]. http://www.sfpnet.fr/fichiers_commun/publications/articles/chevallardguenoun.pdf (Page consultée le 30 novembre 2011).
- Frey, H. (1999). *Designing the city towards a more sustainable urban form*. London, New York, E & FN Spon Press, 148 p.
- Hough, M. (2004). *Cities and natural process a basis for sustainability*. London, New York, Routledge, 292 p.
- Hullnudd (2010). *Biomimétisme urbain : Le projet de parc dans la carrière Saint-Pierre présenté au Forum des associations*, [En ligne]. <http://blog.gagny-abbesses.info/post/2010/09/03/Biomimétisme-urbain-%3A-Le-projet-de-parc-qui-sera-présenté-par-Gagny-Environnement-au-Forum-des-associations> (Page consultée le 30 octobre 2011).
- Imiter, c'est innover* (s.d.). Sylvain Braun, réalisateur, Artisans du changement coproduction Franco-Canadienne, DVD (extrait d'épisode, 2 minutes 25 secondes).
- Krueger, R. et Gibbs, D. (2007). *The sustainable development paradox: Urban political economy in the united states and Europe*. New York, Guilford Press, 310 p.
- Rada-Donath, A. (2003). *Du développement à la renaissance des régions*, Chicoutimi, Éditions JCL, 395 p.
- Raven, P.H., Berg, L.R. et Hassenzahi, D.M. (2008). *Environment*. 6^e édition, Hoboken, John Wiley & Sons, 599 p.
- Tremblay, S. (2004). *À la recherche d'un autre développement? : la dévitalisation urbaine et la revitalisation communautaire au centre urbain de Chicoutimi de 1960 à nos jours*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Chicoutimi, Québec, Québec, 543 p.
- Vaufrey, C. (2011). *Cités végétales, l'utopie des villes de demain*, [En ligne]. <http://cursus.edu/dossiers-articles/articles/878/cites-vegetales-utopie-des-villes-demain/> (Page consultée le 30 octobre 2011).

Wheeler, S.M. (2004). *Planning for sustainability creating livable, equitable, and ecological communities*. London, Routledge, 279 p.